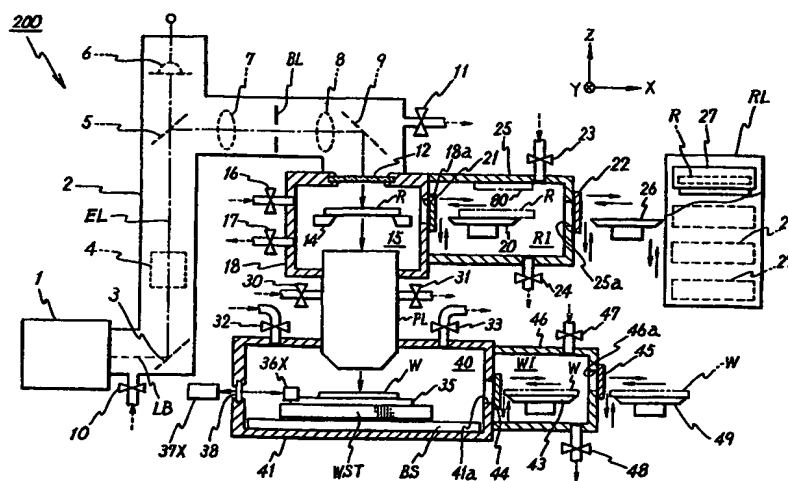




<p>(51) 国際特許分類7 H01L 21/027, G03F 7/20</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/55891</p> <p>(43) 国際公開日 2000年9月21日(21.09.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00604</p> <p>(22) 国際出願日 2000年2月4日(04.02.00)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平11/66736 1999年3月12日(12.03.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) 白石直正(SHIRAISHI, Naomasa)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 立石篤司(TATEISHI, Atsuji) 〒194-0013 東京都町田市原町田5丁目4番20号 パセオビル5階 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 AE, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CR, CU, CZ, DM, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MA, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZA, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54) Title: EXPOSURE DEVICE, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法



(57) Abstract

Before a mask (R) is loaded in a mask chamber (15) filled with a specific gas containing impurities whose concentration is less than a first concentration (e.g., 1 PPb) and having a characteristic that the gas absorbs a little the exposure light, the mask (R) is temporally loaded in a preliminary chamber (R1), and the gas in the preliminary chamber (R1) is replaced with a specific gas containing oxygen whose concentration is one (e.g., 10 ppb) higher than the first concentration by means of a gas replacing mechanism (23, 24). Therefore when the mask (R) for exposure is loaded in the mask chamber thereafter, external impurities (including absorbing gases) hardly mix into the optical path inside the mask chamber. When a wafer (W) is replaced, gas replacement in the preliminary chamber (W1) is similarly carried out.

マスク(R)が、その内部に不純物の含有濃度が第1の濃度(例えば1PPb)未満で露光光の吸収が小さい特性を有する特定ガスが充填されたマスク室(15)内に搬入されるのに先立って予備室(R1)内に一時的に收容されるとガス置換機構(23、24等)により予備室内部の期待が酸素の含有濃度が第1の濃度以上の濃度(例えば10ppb)の特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のためのマスク(R)をマスク室内に搬入する際に、そのマスク室の内部の光路上への外部の不純物(吸収性ガスを含む)の混入がほぼ確実に防止される。基板(W)の交換時にも上記と同様に、予備室(W1)内のガス置換が行われる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

### 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

#### 技術分野

本発明は、露光装置及び露光方法、並びにデバイスの製造方法に係り、さらに詳しくは、半導体集積回路、液晶ディスプレイ等の電子デバイスの微細パターンの形成に用いられる露光装置及び露光方法、並びに前記露光装置及び露光方法を用いるデバイス製造方法に関する。

#### 背景技術

従来より、半導体素子（集積回路等）、液晶ディスプレイ等の電子デバイスの微細パターンの形成に際しては、形成すべきパターンを4～5倍程度に比例拡大して描画した、フォトマスクあるいはレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを、ステッパ等の縮小投影露光装置を用いて、ウエハ等の被露光基板上に縮小露光転写する方法が用いられている。

パターンの転写に使用する投影露光装置では、半導体集積回路の微細化に対応するために、その露光波長を、より短波長側にシフトしてきた。現在、その波長はKrFエキシマレーザの248nmが主流となっているが、より短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化段階に入りつつある。そして、さらに短波長の波長157nmのF<sub>2</sub>レーザや、波長126nmのAr<sub>2</sub>レーザを使用する投影露光装置の提案も行なわれている。

これら波長120nm～200nmの光は真空紫外域に属するが、かかる波長帯域の光束は、光学ガラスに対する透過率が悪く、真空紫外（VUV）光を露光用照明光（露光光）として用いるVUV露光装置で使用可能なレンズ、レチクルの材料は、ホタル石やフッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶に

限定される。また、酸素や水蒸気、炭化水素ガス等（以下、適宜「吸収性ガス」と称する）による露光光のエネルギー吸収も極めて大きくなるため、露光光が通る光路から酸素等の吸収性ガスを排除するため、その光路部分の気体を露光光のエネルギー吸収の少ないガス（低吸収性ガス）で置換する必要がある。

真空紫外域の光に対する酸素ガスによる吸収は極めて大きいので、酸素ガスによる吸収を避けるには、光路中の酸素ガスの平均濃度を 1 ppm 程度以下に抑える必要がある。特に光源からレチクル近傍までのいわゆる照明光学系については、その光路の総延長が長く、酸素濃度をより小さな値に抑える必要がある。一方、投影光学系からウエハまでの光路は数ミリから数 10 ミリ程度であり、この部分に多少の酸素等の吸収性ガスが混入していても、光路が短い分、吸収の影響は少ない。

しかしながら、LSI 等の集積回路の量産工程で使用される露光装置は、1 時間あたり 80 枚程度のウエハを露光する必要があるため、頻繁なウエハの交換に際して、投影光学系とウエハとの間の露光光の光路に外部より吸収性ガスが混入する恐れが高い。

また、レチクル近傍の光路に関しても、同様に数 ppm 以下に酸素濃度を維持する必要があるが、レチクルもウエハ同様、装置に対して交換して使用するものであり、交換時に装置外部から吸収性のガスが混入する恐れがある。

これらの要因等によって露光光の光路上に吸収性ガスが混入すると、吸収性ガスの濃度によって、光路内の吸収率（従って透過率）が変動し、ウエハ等の被露光基板上での露光エネルギーが不安定になる。また、光路中に水や有機系の汚染物質が存在する場合、これらが光学素子の表面に微量に付着することは避けられない。これらの汚染物質は、真空紫外光（露光光）に対して強い吸収作用を持つため、光学素子表面に付着した微量な汚染物質に起因して光学系の透過率が低下する。一方、真空紫外光を汚染物質が付着した光学素子表面に照射することにより、該紫外光のエネルギーによって有機物が切断され、光学素子の

表面から除去されるが、このような場合露光光の透過率が上昇する。従って、光路中に汚染物質が存在すると、露光光透過率の変動を招くことになる。

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、真空紫外域の露光光を用いて高精度なパターン転写が可能な露光装置及び露光方法を提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、特に、露光光の光路中に存在する吸収性ガスや汚染物質に起因する光路内の露光光透過率などの低下や変動を抑制することができる露光装置及び露光方法を提供することにある。

本発明の第3の目的は、高集積度のデバイスの生産性を向上することができるデバイス製造方法を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明は、第1の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆うマスク室を含み、前記マスクがそれぞれ一時的に収容される複数の密閉室を備え、前記各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記マスク室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする第1の露光装置である。

ここで、不純物とは、特定ガス、すなわち露光用照明光の吸収が小さい特性を有するガスと反対の性質である、露光用照明光の吸収が大きい特性を有する物質、例えば酸素、水蒸気、炭化水素ガス等の吸収性ガスや有機系の汚染物質等の総称である。また、特定ガスとは、前述した低吸収性ガスと同義であり、露光用照明光に対して不活性なガスの総称である。本明細書では、このような

意味で「不純物」、「特定ガス」なる用語を用いる。

これによれば、露光に用いられるマスクがそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室の内部に、露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填される。このため、露光時にマスクがマスク室に收容される前後においても、マスクは特定ガスが充填されたガス環境下に置かれることになる。従って、露光のためマスクがマスク室に收容された際に、マスク室内部の光路上へ不純物が混入するのをほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動、あるいは照度均一性の低下などを抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

この場合において、少なくとも1つの他の密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度がマスク室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度と異なるので、露光のためマスクの滞在時間が通常最も長くなるマスク室に比べてマスクの滞在時間の短い他の密閉室の内の少なくとも1つの密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度をマスク室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定できる。そのため、全ての密閉室内の特定ガス環境をマスク室と同等に設定維持する場合に比べて、その設備を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室は、前記マスク室と、該マスク室に隣接して配置され、前記マスクが前記マスク室への搬入に先立って一時的に收容されるマスク用の予備室とを含むこととすることができる。

この場合において、前記マスク室内に充填される前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、第1の濃度未満であるとともに、前記マスク用の予備室内に充填される前記特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の10倍～100倍程度の第2の濃度であることとすることができる。例えば、不純物が特定ガス中に含有される有機系の汚染物質である場合、第1の濃度は、1 p p

bあるいは10ppb程度とすることが望ましく、不純物が水である場合には、その10倍（すなわち、10ppbあるいは100ppb）程度としても良く、不純物が酸素等の吸収性ガスである場合には、その更に3倍（すなわち、30ppbあるいは300ppb）程度とすることができる。

この場合において、前記マスク用の予備室は、前記マスク室との境界部に設けられた出入り口を含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有する場合には、前記マスクの前記マスク室への搬入に先立って、前記マスク用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が前記第2の濃度である前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構とを更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスクが、その内部に不純物の含有濃度が前記第1濃度である特定ガスが充填されたマスク室に搬入されるのに先立って、外部からマスク用の予備室内に一時的に收容されると、ガス置換機構によりマスク用の予備室内部の気体が不純物の含有濃度が前記第2の濃度である特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のためマスクをマスク室に搬入する際に、そのマスク室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

この場合において、前記ガス置換機構は、前記マスク用の予備室内に前記マスクが收容された時、前記マスク用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記マスク用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うこととしても良い。かかる場合には、マスク用の予備室内に收容されたマスクに付着（吸着）していた水等を前記減圧の際に効率良く除去することができ、これによりその後にマスクをマスク室に搬入して露光を行う際に、水による露光光の吸収を抑制することができる。通常、マスクの表面に水が付着している場合、この水は露光用照明光の照射により化学的に分解

されて、マスクの表面から除去される。しかしながら、上記の水の化学的分解により露光初期の光量の損失が生じ、この事は露光初期と終期とで実質的な露光量変動してしまうことを意味し、基板に対する露光量制御性を悪化させる要因となる。これに対し、本発明では水による露光光の吸収を抑制することができるので、結果的に高精度な露光量制御を行なうことが可能となる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスク用の予備室の前記マスク室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることが望ましい。マスク室に収容する（搬入する）際には、マスク室との境界に設けられた出入り口を開閉する扉が開閉され、このとき、特定ガス中の不純物の含有濃度が第1の濃度であるマスク室と特定ガス中の不純物の含有濃度が第2の濃度であるマスク用の予備室とが連通する。このため、マスク室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するが、この上昇量は前記扉の開放時間に比例する。しかるに、上記の扉として高速シャッタが用いられているので、その開閉を高速に行うことができ、これにより前記マスク室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するのを極力抑制することができる。マスク室からマスクを搬出する際も同様である。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室として、マスク室とマスク用の予備室とが設けられる場合、前記マスク用の予備室を構成するチャンバには、前記マスクを収納する開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナが搬出入される受け渡しポートが設けられ、前記マスク用の予備室内には、該予備室の内部と外部とを遮断した状態で、前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が配置されていても良い。かかる場合には、マスクを収納した密閉型のマスクコンテナがマスク用予備室に設けられた受け渡しポートに搬入された状態で、開閉機構により、マスク用の予備室の内部と外部とを遮断した状態で、扉を開くことができる。そのため、マスクの取り出しに際してマスク用の予備室内に吸収性ガスや有機物系の汚染物質等の不純物が混入するのを防止するこ



とができ、前記不純物がマスクに付着するのを防止することができる。

この場合において、前記マスク用の予備室は、開閉可能な扉を有する隔壁により、前記マスク室に隣接する第1室と、前記開閉機構が配置された第2室とを含む複数の小部屋に区画され、前記第1室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、前記第1の濃度以上で前記第2室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度未満となるように、前記各小部屋内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定されることとしても良い。かかる場合には、露光のためマスクが搬入されるマスク室から最も遠い第2室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が最も高くなるように、各小部屋内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定される。そのため、各小部屋内の特定ガス濃度を効率良く所望の濃度に容易に設定することができるとともに、最もマスク室に近い第1室内の特定ガスの濃度が最も高くなるので、マスクをマスク室に搬入する際に、マスクとともに不純物がマスク室内部の光路上へ混入するのをほぼ確実に防止することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、マスク用の予備室を構成するチャンバに設けられた受け渡しポートに搬入及び搬出される、前記マスクコンテナは、前記扉がその底部に設けられているボトム・オープンタイプのマスクコンテナ（マスクキャリア）であっても良い。勿論、このマスクコンテナは、FOUP（Front Opening Unified Pod）タイプのマスクコンテナ（マスクキャリア）であっても良い。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室として、マスク室とマスク用の予備室とが設けられる場合、前記マスクの搬送経路中には、前記マスクに紫外域のエネルギービームを照射するエネルギービーム射出部が設けられていても良い。かかる場合には、搬送中のマスクにエネルギービーム射出部から紫外域のエネルギービームを照射することにより、マスク表面に付着した水分や有機物等の不純物を露光前に除去することができる。この場合、マスク予備室内で

前述した減圧による水分の除去を必ずしも行わなくても良い。

ここで、エネルギービーム射出部は、ランプ等のエネルギービームのビーム源（射出源）であっても良く、あるいは紫外線源（露光用光源を含む）からの紫外光を導入する光ファイバあるいは引き回し光学系の射出端部であっても良い。

この場合において、前記エネルギービーム射出部は、前記マスク用の予備室内に設けられてても良い。かかる場合には、マスク用の予備室内のガス置換を、減圧を伴うことのない、ガスフローによって行っても特に支障が生じない。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室として、マスク室とマスク用の予備室とが設けられる場合、前記マスク用の予備室内に、前記マスクを前記マスク室に対して搬入及び搬出するマスク搬送系が配置されていても良い。かかる場合には、必ずしもマスク室内にマスクの搬送系を設ける必要がないので、その分マスク室の容積を小さくすることができる。すなわち、通常特定ガス中の不純物の含有濃度を低くする必要がある、マスク室の容積を小さくできるので、マスク室内の特定ガス環境を設定維持するための設備を簡略化することができる、設備コストを低減することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備える場合、前記マスク室は、前記マスクと前記投影光学系との間の光路を覆うものであっても良い。通常、投影光学系は鏡筒とその鏡筒に保持される光学素子とによって構成されるので、その鏡筒の内部空間に特定ガスを充填しておくことにより、マスクから投影光学系の像面側の端部までの露光光の光路上への不純物の混入を防止することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスクを保管するマスク保管部と；前記マスク保管部と前記マスク室との間で前記マスクを搬送するマスク搬送系とを更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスク保管部内にマスクが保管され、マスク搬送系によって、マスク保管部とマスク室との間で

マスクが搬送されるので、マスクを外部から搬送する場合に比べて搬送時間の短縮が可能である。

この場合において、前記マスク保管部は、前記マスクを複数保管するマスクライブラリであっても良い。かかる場合には、マスクライブラリ内にマスクが複数枚保管され、マスク搬送系によって、マスク保管部とマスク室との間でマスクが搬送されるので、マスクを外部から１枚１枚搬送する場合に比べて、搬送時間を著しく短縮することが可能になる。

この場合において、前記マスクライブラリは、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で保管し、前記保管中の前記マスクケース内に前記特定ガスを供給可能なガス供給機構を更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスクライブラリに保管中にガス供給機構によってマスクケース内に特定ガスを充填することができ、保管中のマスクを特定ガス環境下におくことができる。

この場合において、マスク搬送系は、マスクライブラリ内のマスクケースからマスクを取り出した状態で搬送しても良いが、前記マスクケースは、前記マスクを少なくとも１枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクケースである場合には、前記マスク搬送系は、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で前記マスク室を除くいずれかの密閉室まで搬送し、該密閉室の内部には、前記マスクケースの扉を開閉する扉開閉機構が設けられていても良い。かかる場合には、マスクライブラリから扉開閉機構が設けられた所定の密閉室内までの搬送中におけるマスクケース内への不純物の混入を防止することができ、マスクケース内のマスクを露光の妨げとなる汚染源（吸収性ガスを含む）から隔離した理想的な状態でマスクケースと一体でマスクの搬送を行うことができる。

本発明に係る第１の露光装置では、前記マスク保管部は、前記マスク室を除くいずれかの密閉室の外部若しくは内部に配置された前記マスクを少なくとも

1枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナであり、前記いずれかの密閉室内には、該密閉室の内部と外部とを隔離した状態で前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が設けられていても良い。かかる場合には、開閉機構により、所定の密閉室の内部と外部とを遮断した状態で、マスクを収納した密閉型のマスクコンテナの扉を開くことができる。そのため、マスクの取り出しに際してマスク用の予備室内に吸収性ガスや有機物系の汚染物質等の不純物が混入するのを防止することができ、前記不純物がマスクに付着するのを防止することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆い、その内部に前記特定ガスが充填された密閉室から成る基板室を更に備えることができる。かかる場合には、基板室内にも特定ガスが充填されているので、基板室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、露光時の露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動、及び基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、一層安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

この場合において、前記基板室に隣接して配置され、前記基板の前記基板室への搬入に先立って前記基板を一時的に收容する密閉室から成る基板用の予備室と；前記基板用の予備室内部の気体を前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構とを更に備えることとすることができる。かかる場合には、基板が、基板室内に搬入されるのに先立って基板用の予備室内に一時的に收容されると、ガス置換機構により基板用の予備室内部の気体が特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のため基板を基板室内に搬入する際に、その基板室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、基板交換を頻繁に行っても、露光用照明光のエネルギー吸収に起因す

る基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、基板室を備える場合に、前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備え、前記基板室は、前記基板と前記投影光学系との間の光路を覆うものであっても良い。通常、投影光学系は鏡筒とその鏡筒に保持される光学素子とによって構成されるので、その鏡筒の内部空間に特定ガスを充填しておくことにより、投影光学系の物体面側の端部から基板までの露光光の光路上への不純物の混入を防止することができる。

本発明は、第2の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う基板室を含み、前記基板がそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室を備え、前記各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記基板室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする第2の露光装置である。

これによれば、露光に用いられる基板がそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室の内部に、露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填される。このため、露光時に基板が基板室に收容される前後においても、基板は特定ガスが充填されたガス環境下に置かれることになる。従って、露光のため基板が基板室に收容された際に、基板室内部の光路上へ不純物が混入するのをほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動あるいは照度均一性の低下などを抑制して、

安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。この場合において、少なくとも1つの他の密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度が基板室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度と異なるので、露光のため基板の滞在時間が通常最も長くなる基板室に比べて基板の滞在時間の短い他の密閉室の内の少なくとも1つの密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度を基板室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定できる。そのため、全ての密閉室内の特定ガス環境を基板室と同等に設定維持する場合に比べて、その設備を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

本発明に係る第2の露光装置では、前記複数の密閉室は、前記基板室と、該基板室に隣接して配置され、前記基板が前記基板室への搬入に先立って一時的に収容される基板用の予備室とを含むことができる。

この場合において、前記基板用の予備室は、前記基板室との境界部に設けられた出入り口を含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有する場合、前記基板の前記基板室への搬入に先立って、前記基板用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が所定の濃度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構を更に備えることとすることができる。かかる場合には、基板が、基板室内に搬入されるのに先立って基板用の予備室内に一時的に収容されると、ガス置換機構により基板用の予備室内部の気体が特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のため基板を基板室内に搬入する際に、その基板室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

この場合において、前記基板室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることが望ましい。基板を基板室に収容する（搬入する）際には、基板室との境界部に設けられた出入り口を開閉する扉が開閉され、このとき、特定ガス中の不純物の含有濃度が相互に異なる基板室と基板

用の予備室とが連通する。通常、基板室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が基板用の予備室より低く設定されるので、基板室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇する。しかるに、この上昇量は前記扉の開放時間に比例するが、上記の扉として高速シャッタが用いられているので、その開閉を高速に行うことができ、これにより前記基板室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するのを極力抑制することができる。基板室から基板を搬出する際も同様である。

本発明に係る第2の露光装置では、前記ガス置換機構は、前記基板用の予備室内に前記基板が収容された時、前記基板用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記基板用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うこととしても良い。かかる場合には、基板用の予備室内に収容された基板に付着（吸着）していた水等を前記減圧の際に効率良く除去することができ、これによりその後に基板を基板室に搬入して露光を行う際に、水による露光光の吸収を抑制することができる。通常、基板の表面に水が付着している場合、この水は露光用照明光の照射により化学的に分解されて、基板の表面から除去される。しかしながら、上記の水の化学的分解により露光初期の光量の損失が生じ、この事は露光初期と終期とで実質的な露光量が変動してしまうことを意味し、基板に対する露光量制御性を悪化させる要因となる。これに対し、本発明では水による露光光の吸収を抑制することができるので、結果的に高精度な露光量制御を行なうことが可能となる。

本発明に係る第2の露光装置では、前記基板用の予備室内に、前記基板を前記基板室に対して搬入及び搬出する基板搬送系が配置されていても良い。かかる場合には、必ずしも基板室内に基板の搬送系を設ける必要がないので、その分基板室の容積を小さくすることができる。すなわち、通常特定ガス中の不純物の含有濃度を低くする必要がある、基板室の容積を小さくできるので、基板室内の特定ガス環境を設定維持するための設備を簡略化することができ、設備

コストを低減することができる。

本発明に係る第2の露光装置では、前記基板を保持して移動する基板ステージと；前記基板ステージに設けられた反射面に光透過窓を介して測長ビームを投射し、その反射光を受光して前記基板ステージの位置を検出する干渉計とを更に備えていても良い。かかる場合には、基板ステージが収納された基板室に光透過窓を設けることにより、その基板室の外部に干渉計本体を配置することができ、干渉計を構成するディテクタ等から発生する微量の吸収性ガスが露光用照明光の光路中に混入して露光に悪影響を及ぼすのを回避することができる。

本発明に係る第2の露光装置では、前記基板を保持してガイド面に沿って移動する基板ステージと；前記基板ステージに設けられ、前記ガイド面に対して前記特定ガスを吹き付けてガイド面との間の空隙内の前記特定ガスの静圧により前記基板ステージを前記ガイド面に対して非接触で浮上支持する気体静圧軸受け装置とを更に備えていても良い。かかる場合には、基板ステージの浮上を気体静圧軸受けを用いて行ってもそれに起因して吸収性ガスが基板ステージが収納された基板室内に混入して露光に悪影響を及ぼすのを回避することができるとともに、平面モータ（あるいはリニアモータ）等により、基板ステージを非接触で2次元方向にかつ高速に駆動することにより、機械的な案内面の精度等に影響されず高精度に位置制御することが可能となる。

本発明は、第3の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記露光用照明光を用いた前記基板の露光のため前記マスクが收容されるとともに、その内部に前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する特定ガスが充填される密閉室と；前記密閉室内での前記マスクを用いた露光の終了後に、前記マスクを収納する密閉型のマスクケース内に前記特定ガスを充填するガス充填機構とを備える第3の露光装置である。



これによれば、密閉室内でのマスクを用いた露光の終了後に、マスクケース内にマスクが収納されるが、このマスクケース内には、ガス充填機構により、特定ガスが充填される。従って、露光開始前にマスクケース内に特定ガスを充填しておく場合には、露光終了後にマスクケース内に特定ガスを再度充填することが可能になる。すなわち、露光開始前、露光開始後にマスクケース内に収納されたマスクを特定ガス環境下におくことができる。これにより、保管中（非使用時）の、レチクル表面への水の付着等を防止することができるという効果をも得ることができる。このため、マスクケース内に収納されたマスクを取り出してマスク室に搬入して露光を行ったり、露光終了後にマスクケース内にマスクを収納し、そのマスクを取り出して再度露光を行う際に、マスクとともに不純物が密閉室内に混入するのを極力抑制することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する密閉室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

本発明に係る第1、第2の露光装置において、前記ガス置換機構は、前記特定ガスを流し続けることにより前記ガス置換を行うこととしても良い。特に、ペリクルが装着されていないマスクなどの場合に好適である。

また、本発明に係る第1、第2の露光装置において、一旦減圧後に特定ガスを供給するという手法を用いる場合、前記ガス置換機構は、前記ガス置換を10秒以上の時間を掛けて行うこととしても良い。かかる場合には、例えばペリクル付きマスクの場合のペリクルの破損を防止することができる。すなわち、マスクパターンへのゴミ付着を防止するために「ペリクル」と呼ばれる透光性の薄膜をマスクのパターン面に付加することが比較的多く行われるが、ペリクルの貼られたマスクを、マスク用の予備室内で急激に減圧すると、ペリクルとマスクとの間に存在するガスが減圧によって膨張し、ペリクルが破損する恐れがある。一般的に、ペリクルをマスクに貼るための台（ペリクルスタンド）には、台風等での気圧変動によりペリクルが破損しないように「通気口」が設け

られている。従って、十分な時間を掛けて減圧及びガス充填を行なえば、前記通気口を介してペリクルとマスクとの間の空間に対してガスの出入りが行われて内外圧力差が調整されるので、内外圧力差が殆ど生じない状態でマスク用の予備室内の減圧及びガス置換が可能になり、ペリクルが破損する恐れがなくなる。この他、ペリクルの装着されていないマスクの場合にも急激な減圧による断熱膨張冷却による水蒸気の凍結を防止することができる。同様に基板の場合にも急激な減圧による断熱膨張冷却による水蒸気の凍結を防止することができる。

本発明に係る第1、第2、第3の露光装置では、前記密閉室の少なくとも1つの前記特定ガスに接する部分は、脱ガスの少ない材料によりコーティングされていることが望ましい。かかる場合には、脱ガス中の吸収性ガス等の不純物が特定ガスに混入することを抑制することができるので、結果的に露光中の露光用照明光の透過率低下ないしは変動を抑制することができる。

本発明に係る第1、第2、第3の露光装置では、前記密閉室の少なくとも一つに供給される前記特定ガスは循環使用されていても良い。かかる場合には、特定ガスが循環使用されるので、循環使用しない場合に比べて、コストを低減させることが可能になる。

この場合において、前記特定ガスが循環使用される密閉室には、前記特定ガスの給気系と排気系とが接続され、前記給気系と排気系の両者に前記不純物除去用のケミカルフィルタが設けられていることが望ましい。特定ガスが循環使用される密閉室より排気されるガスには、多少の不純物（吸収性ガスを含む）が含まれているが、酸素等の吸収性ガスを含む不純物を除去するケミカルフィルタ等を給気系と排気系の両者に設ければ、特定ガスを長時間に渡り循環使用することが可能になる。酸素を吸収するフィルタとしては、例えば鉄やニッケルの粉末を使用することが可能である。また、例えば露光用照明光として真空紫外域の光を用いる場合、アンモニアもこの波長域の露光光に対する吸収が大

きいので、アンモニアを吸収するフィルタも使用すると、一層効果的である。この場合、パーティクル除去用のフィルタ、例えばH E P Aフィルタ (high efficiency particulate air-filter)、U L P Aフィルタ (ultra low penetration air-filter) などのエアフィルタを併せて用いても良い。

本発明に係る第1、第2、第3の露光装置では、前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であっても良い。かかる波長帯域の光は、酸素等の吸収性ガスを含む不純物による吸収が大きく、吸収抑制の効果が大きい。従って、真空紫外域の露光用照明光（露光光）を用いて高精度なパターン転写が可能となる。

この場合において、前記特定ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体であることが望ましい。すなわち、特定ガスは、窒素 ( $N_2$ )、アルゴン (Ar)、ヘリウム (He)、ネオン (Ne)、クリプトン (Kr) のいずれか、又はこれらの任意の組み合わせから成る混合ガスであることが望ましい。

本発明は、第4の観点からすると、露光用照明光 (EL) をマスク (R) に照射して該マスクのパターンを基板 (W) 上に転写する露光方法であって、前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第1の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第1工程と；前記密閉空間内への前記マスクの搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記マスクを一時的に收容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第2工程と；前記マスクを前記密閉空間内の所定の位置に搬入して、前記パターンを前記基板上に転写する第3工程とを含む第1の露光方法である。

これによれば、第1工程において、マスクから基板に至る露光用照明光の光路の内、少なくともマスク近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度

が第 1 の濃度未満で露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスが充填される。次に、第 2 工程において、密閉空間内へのマスクの搬入に先立って、密閉空間に隣接する予備室内にマスクを一時的に収容して、予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第 1 の濃度以上かつ第 2 の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する。そして、第 3 工程において、マスクを密閉空間内の所定の位置に搬入してパターンを基板上に転写する。従って、マスクを露光が行われる密閉空間内へ搬入する際に、その密閉空間の内部の光路上への外部の不純物（露光用照明光を吸収する特性の大きな汚染物質（酸素等の吸収性ガスを含む））の混入をほぼ確実に防止することができ、これにより、このマスクの搬入後に行われる露光の際の露光用照明光のエネルギー吸収に起因する密閉空間内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

本発明は、第 5 の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光方法であって、前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第 1 の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第 1 工程と；前記密閉空間内への前記基板の搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記基板を一時的に収容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第 1 の濃度以上かつ第 2 の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第 2 工程と；前記基板を前記密閉空間内の所定の位置に搬入して前記パターンを前記基板上に転写する第 3 工程とを含む第 2 の露光方法である。

これによれば、第 1 工程において、マスクから基板に至る露光用照明光の光路の内、少なくとも基板近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第 1 の濃度未満で露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する。次に、第 2 工程において、密閉空間内への基板の搬入に先立って、密

閉空間に隣接する予備室内に基板を一時的に収容して、予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する。そして、第3工程において、基板を密閉空間内の所定の位置に搬入してマスクのパターンを基板上に転写する。従って、基板を露光が行われる密閉空間内に搬入する際に、その密閉空間の内部の光路上への外部の吸収性ガスの混入をほぼ確実に防止することができ、これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する密閉空間内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

本発明に係る第1、第2の露光方法では、例えば、不純物が特定ガス中に含有される有機系の汚染物質である場合、前記第1濃度は、1ppbあるいは10ppb程度とすることが望ましく、不純物が水である場合には、その10倍（すなわち、10ppbあるいは100ppb）程度としても良く、不純物が酸素等の吸収性ガスである場合には、その更に3倍（すなわち、30ppbあるいは300ppb）程度とすることができる。

本発明に係る第1、第2の露光方法では、予備室内のガスの置換は予備室内に低吸収性ガスをフローさせて行っても良いが、前記第2工程における前記ガス置換に際し、前記予備室内の気体を排気してその内圧を一旦減圧後に、前記低吸収性ガスを前記予備室内に供給することとしても良い。かかる場合には、予備室内に収容されたマスク又は基板に付着（吸着）していた水等を前記減圧の際に効率良く除去することができ、これによりその後にマスク又は基板を密閉空間内に搬入して露光を行う際に、水による露光光の吸収を抑制することができ、結果的に高精度な露光量制御を行なうことが可能となる。

本発明に係る第1、第2の露光方法では、前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であっても良い。かかる波長帯域の光は、酸素等の吸収性ガスを含む不純物による吸収が大きく、吸収抑制の効果が大きい。従って、真空紫外域の露光用照明光（露光光）を用いて高精度なパターン転写が可能となる。

この場合において、前記低級性ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体、すなわち、窒素 ( $N_2$ )、アルゴン (Ar)、ヘリウム (He)、ネオン (Ne)、クリプトン (Kr) のいずれか、又はこれらの任意の組み合わせから成る混合ガスであることが望ましい。

また、リソグラフィ工程において、本発明に係る露光装置を用いて露光を行うことにより、安定した露光強度で露光が行われるので、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができ、その生産性を向上させることができる。同様に、リソグラフィ工程において、本発明の露光方法を用いることにより、安定した露光強度で露光が行われるので、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができ、その生産性を向上させることができる。従って、本発明は別の観点からすると、本発明の露光装置又は本発明の露光方法を用いるデバイス製造方法であるとも言える。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施形態に係る露光装置の構成を一部断面して概略的に示す図である。

図2は、図1の装置の制御系の主要な構成を示すブロック図である。

図3は、図1の装置のガス配管系を模式的に示す図である。

図4Aは、パターン面を上面としたレチクルRの平面図、図4Bは、図4AのB-B線断面図である。

図5は、ウエハステージの変形例を示す図である。

図6は、ウエハガス置換室を2つ設けた場合の構成の一例を示す平面図である。

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係るレチクルガス置換室の内部構成を示す縦断面図である。

図 8 A は、低吸収性ガスの循環機構が設けられたレチクルライブラリの一例を概略的に示す斜視図、図 8 B は、図 8 A の供給機構 5 4 の接続部の構造を拡大して示す断面図である。

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係る予備室近傍の内部構成を示す縦断面図である。

図 1 0 は、本発明に係るデバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャートである。

図 1 1 は、図 1 0 のステップ 2 0 4 における処理を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための最良の形態

### 《第 1 の実施形態》

以下、本発明の第 1 の実施形態を図 1 ～図 4 に基づいて説明する。図 1 には、第 1 の実施形態の露光装置の構成が概略的に示されている。この露光装置 2 0 0 は、真空紫外域の露光用照明光 E L をマスクとしてのレチクル R に照射して、該レチクル R のパターンを投影光学系 P L を介して基板としてのウエハ W 上に転写するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置、すなわちいわゆるステッパである。

この露光装置 2 0 0 は、光源 1 及び照明光学系を含む照明系、レチクル R を保持するレチクルホルダ 1 4、投影光学系 P L、ウエハ W を保持して X Y 2 次元移動する基板ステージとしてのウエハステージ W S T、レチクル R の搬送系、及びウエハ W の搬送系等を備えている。

前記光源 1 としては、ここでは、波長約 1 2 0 n m ～約 1 8 0 n m の真空紫外域に属する光を発する光源、例えば発振波長 1 5 7 n m のフッ素レーザ (F<sub>2</sub>

レーザ)、発振波長146nmのクリプトンダイマーレーザ( $Kr_2$ レーザ)、発振波長126nmのアルゴンダイマーレーザ( $Ar_2$ レーザ)などが用いられている。なお、光源として発振波長193nmのArFエキシマレーザ等を用いても構わない。

前記照明光学系は、照明系ハウジング2と、その内部に所定の位置関係で配置された折り曲げミラー3、フライアイレンズ等のオブチカルインテグレータ4、反射率が大きく透過率が小さなビームスプリッタ5、リレーレンズ7、8、視野絞りとしてのレチクルブラインドBL及び折り曲げミラー9等とを含んで構成されている。この場合、レチクルブラインドBLは、レチクルRのパターン面と共役な面に配置されている。また、ビームスプリッタ5の透過光路上には光電変換素子より成る光量モニタ6が配置されている。

ここで、照明光学系の作用を簡単に説明すると、光源1からほぼ水平に射出された真空紫外域の光束(レーザビーム)LBは、折り曲げミラー3によりその光路が90度折り曲げられ、オブチカルインテグレータ4に入射する。そして、このレーザビームLBは該オブチカルインテグレータ4によって強度分布がほぼ一様な露光用照明光(以下、「露光光」と呼ぶ)ELに変換され、その大部分(例えば97%程度)がビームスプリッタ5で反射され、リレーレンズ7を介してレチクルブラインドBLを均一な照度で照明する。レチクルブラインドBLの矩形の開口部を透過した露光光ELは、リレーレンズ8、折り曲げミラー9及び後述する光透過窓12を介してレチクルR上のレチクルブラインドBLの開口で規定された矩形の照明領域をほぼ均一な照度で照明する。

一方、ビームスプリッタ5を透過した残り部分(例えば3%程度)の露光光ELは、光量モニタ6に受光されて光電変換され、その光電変換信号が後述する主制御装置100(図1では図示せず、図2参照)に供給される。主制御装置100では、光源1の発光開始に伴って、光量モニタ6の出力に基づいて所定の演算によりウエハW面上の積算露光量を連続的に算出し、所定の積算露光



量（目標積算露光量）に達した時点で光源１の発光を停止するいわゆるオープン露光量制御を行うようになっている。あるいは、主制御装置１００では、光量モニタ６の出力に基づき光源１で発光されるパルスエネルギーをパルス発光毎に計測し、そのエネルギー変動を光源１にフィードバックすることで、光源１の時間当たりの発光量の変動を低減するようないわゆるパルス毎露光量制御を行っても良い。かかるパルス毎露光量制御については、例えば、特開平３－１７９３５７号公報及びこれに対応する米国特許第５，１９１，３７４号などに詳細に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。なお、走査型露光装置での露光量制御の一例は、特開平８－２５０４０２号公報及びこれに対応する米国特許５，７２８，４９５号などに開示されている。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

ところで、真空紫外域の波長の光を露光光とする場合には、その光路から酸素、水蒸気、炭化水素系のガス等の、かかる波長帯域の光に対し強い吸収特性を有するガス（以下、適宜「吸収性ガス」と呼ぶ）等を排除する必要がある。このため、本実施形態では、照明系ハウジング２の内部には、真空紫外域の光に対する吸収の少ない特性を有する特定ガスとしての窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、クリプトンなどのガス、またはそれらの混合ガス（以下、適宜「低吸収性ガス」あるいは「特定ガス」と呼ぶ）を満たし、その気圧を大気圧より僅かに高く、具体的には、大気圧に対し１～１０％程度高く設定している。以下においては、この大気圧に対し１～１０％程度高い気圧を便宜上「所定の目標圧力」と呼ぶ。

これを更に詳述すると、照明系ハウジング２には、図１に示されるように光源１側の端部に給気弁１０が設けられ、その給気弁１０から最も遠い他端側に

排気弁 11 が設けられている。この場合、図 3 に示されるように、給気弁 10 は給気管路を介してガス供給装置 70 の第 1 室の一端に接続され、排気弁 11 は排気管路を介して上記ガス供給装置 70 の第 1 室の他端に接続されている。ガス供給装置 70 は、内部が第 1 室から第 6 室までの 6 つの部屋に区画され、各部屋の内部に同一種類の低吸収性ガス（特定ガス）が充填されている。また、ガス供給装置 70 の各部屋の内部の特定ガスは不図示の温度調整装置により所定の目標温度に制御されている。

また、図 3 に示されるように、排気弁 11 が設けられた排気管路には、HEPA フィルタあるいはULPA フィルタ等の塵（パーティクル）を除去するフィルタ（以下、「エアフィルタ」と総称する） $AF_{11}$  と、前述した酸素等の低吸収性ガス、水、有機系の汚染物質を除去するケミカルフィルタ  $CF_{11}$  とが配置されている。同様に、給気弁 10 が設けられた給気管路には、エアフィルタ  $AF_{12}$ 、ケミカルフィルタ  $CF_{11}$  と同様のケミカルフィルタ  $CF_{12}$  が配置されるとともに、ポンプ P1 が設けられている。

本実施形態では、図 2 に示されるように、給気弁 10、排気弁 11 及びポンプ P1 は、主制御装置 100 に接続されており、主制御装置 100 では、照明系ハウジング 2 内のガスの交換（置換）が必要なときに、給気弁 10 及び排気弁 11 をともに開成した状態で、ポンプ P1 を作動させる。これにより、ガス供給装置 70 から給気管路を介して特定ガス（低吸収性ガス）が照明系ハウジング 2 内に送り込まれると同時に、照明系ハウジング 2 内部のガスが排気弁 11 を介して排気され、排気管路を介してガス供給装置 70 に戻り、このようにして照明系ハウジング 2 内のガス置換が効率良く行われるようになっている。この場合、主制御装置 100 では、ポンプ P1 の作動開始から所定時間（照明系ハウジング 2 内のガスが特定ガスに完全に置換される時間）の経過後に排気弁 11 を閉じ、照明系ハウジング 2 内の内圧を測定する圧力センサ PS1（図 2 参照）の出力に基づいて内圧が上記の所定の目標圧力になった時点で給気弁

10を閉成すると同時にポンプP1を停止する。

この場合、排気弁11を介して排気されるガス中には、多少の不純物（パーティクル、水、有機系の汚染物質及び吸収性ガスを含む）が含まれているが、エアフィルタAF<sub>11</sub>とケミカルフィルタCF<sub>11</sub>とを通すことにより、排気管路を介してガス供給装置70に戻るガス中の上記不純物は殆ど除去されており、しかもガス供給装置70から給気管路を介して照明系ハウジング2内に供給される過程でも特定ガス中の不純物は除去される。この場合、照明系ハウジング2内の特定ガス中の不純物の含有濃度が所定の第1の濃度未満となるように、設定・維持されている。具体的には、第1の濃度は、特定ガス中に含有される有機系の汚染物質については、1ppb～10ppb程度とし、水については10ppb～100ppb程度とし、酸素等の吸収性ガスについては、30ppb～300ppb程度となるようにされている。すなわち、このような第1の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタCF<sub>11</sub>、CF<sub>12</sub>が用いられるとともに、主制御装置100によってポンプP1、排気弁11、給気弁10の制御が行われている。

従って、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。なお、主制御装置100では、ポンプP1の作動停止のタイミングを照明系ハウジング2内の吸収性ガス、あるいは特定ガスの濃度を検知する不図示のガスセンサの出力に基づいて決定するようにしても良い。あるいは、照明系ハウジング2内に充填される特定ガスは、循環使用されているので、常時特定ガスを照明系ハウジング2内に流し続ける（フローさせる）ようにしても構わない。

なお、照明系ハウジング2内の特定ガスの内圧を上記の所定の目標圧力とするのは、照明系ハウジング2内への外気の混入（リーク）を防止するという観点からは、内部の気圧を大気圧より高めに設定することが望ましい反面、内部の気圧をあまりに高く設定すると、気圧差を支えるために照明系ハウジング2

を頑丈にしなければならず、重量化を招くためである。但し、露光装置を設置する半導体工場の床強度が十分あり、装置の重量化を許容できるのであれば、ガス置換に際し、はじめに照明系ハウジング 2 内を 0.1 hPa 程度まで減圧し、続いて低吸収性ガスを満たす方法とした方が効率が良くなる。この場合、照明系ハウジング 2 内の特定ガス中の不純物の含有濃度を上記第 1 の濃度に設定維持できる性能の給排気システムが用いられる。

前記レチクルホルダ 14 は、レチクル R を吸着保持して、マスク室としてのレチクル室 15 内に配置されている。このレチクル室 15 は、照明系ハウジング 2 及び投影光学系 PL の鏡筒と隙間なく接合された隔壁 18 で覆われており、その内部のガスが外部と隔離されている。レチクル室 15 の隔壁 18 は、ステンレス (SUS) 等の脱ガスの少ない材料にて形成されている。

レチクル室 15 の隔壁 18 の天井部には、レチクル R より一回り小さい矩形の開口が形成されており、この開口部分に照明系ハウジング 2 の内部空間と、露光すべきレチクル R が配置されるレチクル室 15 の内部空間とを分離する状態で透過窓 12 が配置されている。この透過窓 12 は、照明光学系からレチクル R に照射される露光光 EL の光路上に配置されるため、露光光としての真空紫外光に対して透過性の高いホタル石等の結晶材料によって形成されている。

なお、照明系ハウジング 2 内のガス置換を、一度減圧動作を経て行う場合には、減圧動作時に、この透過窓 12 に減圧分の圧力が加わり、ホタル石が損傷する恐れがある。そこで、減圧時には、図中透過窓 12 の上部に、可動式の金属製耐圧蓋を設け、これによって透過窓 12 を気圧差から守ることも可能である。

前記レチクルホルダ 14 は、レチクル駆動系 72 (図 1 では図示せず、図 2 参照) によって XY 面内で微少駆動 (回転を含む) 可能に構成されている。レチクル駆動系 72 は、例えば 2 組のボイスコイルモータを含んで構成される。

真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガス等による

露光光の吸収を避けるために、レチクルRの近傍も前記低吸収性ガス（特定ガス）で置換する必要がある。このため、本実施形態では、レチクル室15の内部には、前記特定ガスを満たし、その気圧を上記所定の目標圧力に設定している。

これを更に詳述すると、レチクル室15の隔壁18には、図1に示されるように給気弁16と排気弁17とが設けられている。この場合、図3に示されるように、給気弁16は給気管路を介してガス供給装置70の第2室の一端に接続され、排気弁17は排気管路を介してガス供給装置70の第2室の他端に接続されている。この場合、排気弁17が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタAF<sub>21</sub>と酸素等の吸収性ガス、有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタCF<sub>21</sub>とが設けられている。また、給気弁16が設けられた給気管路には、エアフィルタAF<sub>22</sub>、ケミカルフィルタCF<sub>21</sub>と同様のケミカルフィルタCF<sub>22</sub>及びポンプP2が設けられている。また、レチクル室15の内圧は、圧力センサPS2（図2参照）によって測定されるようになっている。給気弁16、排気弁17、ポンプP2及び圧力センサPS2は、図2に示されるように、主制御装置100に接続されている。主制御装置100では、前述した照明系ハウジング2内のガス置換と同様の手順で、圧力センサPS2の出力をモニタしつつ、給気弁16、排気弁17の開閉及びポンプP2の作動・停止を行って、レチクル室15内のガス置換を効率良く行うようになっている。この場合、レチクル室15内の特定ガス中の不純物（有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガス等）の含有濃度が前記第1の濃度未満となるように、設定・維持されている。すなわち、第1の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタCF<sub>21</sub>、CF<sub>22</sub>が用いられるとともに、主制御装置100によってポンプP2、排気弁17、給気弁16の制御が行われている。

この場合も、給気管路及び排気管路中のエアフィルタとケミカルフィルタの

存在により、循環使用されるガス中の上記不純物は殆ど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。

また、主制御装置 100 では、ポンプ P2 の作動停止のタイミングをガスセンサの出力に基づいて決定したり、あるいは、特定ガスをレチクル室 15 内に流し続ける（フローさせる）ようにしても構わない。

なお、レチクル室 15 内を上記所定の目標圧力にする理由、真空にしない理由は、前述した照明系ハウジング 2 の場合と同様である。従って、重量増加を許容できるなら、レチクル室 15 のガス置換に際し、最初に減圧を行い、続いて低吸収性ガスを充填する方法を採用することもできる。

前記投影光学系 PL は、ホタル石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶からなるレンズや反射鏡からなる光学系を、鏡筒で密閉したものである。本実施形態では、この投影光学系 PL として、投影倍率  $\beta$  が例えば  $1/4$  あるいは  $1/5$  の縮小光学系が用いられている。このため、前述の如く、照明光学系からの露光光 EL によりレチクル R が照明されると、レチクル R に形成されたパターンが投影光学系 PL によりウエハ W 上のショット領域に縮小投影され、パターンの縮小像が転写形成される。

本実施形態のように、真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガスなどによる露光光の吸収を避けるために、投影光学系 PL の鏡筒内部の気体も低吸収性ガス（特定ガス）で置換する必要がある。このため、本実施形態では、投影光学系 PL の鏡筒内部には、前記特定ガスを満たし、その気圧を前記所定の目標圧力に設定している。

これを更に詳述すると、投影光学系 PL の鏡筒には、図 1 に示されるように給気弁 30 と排気弁 31 とが設けられている。図 3 に示されるように、給気弁 30 は給気管路を介してガス供給装置 70 の第 3 室の一端に接続され、排気弁 31 は排気管路を介してガス供給装置 70 の第 3 室の他端に接続されている。

この場合、排気弁 31 が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタ  $AF_{31}$  と酸素等の吸収性ガス、有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタ  $CF_{31}$  とが設けられている。また、給気弁 30 が設けられた給気管路には、エアフィルタ  $AF_{32}$ 、ケミカルフィルタ  $CF_{31}$  と同様のケミカルフィルタ  $CF_{32}$  及びポンプ P 3 が設けられている。また、投影光学系 PL の鏡筒の内圧は圧力センサ PS 3 (図 2 参照) によって計測されている。給気弁 30、排気弁 31、ポンプ P 3 及び圧力センサ PS 3 は、図 2 に示されるように、主制御装置 100 に接続されている。主制御装置 100 では、前述した照明系ハウジング 2 内のガス置換と同様の手順で、圧力センサ PS 3 の出力をモニタしつつ、給気弁 30、排気弁 31 の開閉及びポンプ P 3 の作動・停止を行って、投影光学系 PL の鏡筒内のガス置換を効率良く行うようになっている。この場合、投影光学系 PL の鏡筒内の特定ガス中の不純物 (有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガス等) の含有濃度が前記第 1 の濃度未満となるように、設定、維持されている。すなわち、第 1 の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタ  $CF_{31}$ 、 $CF_{32}$  が用いられるとともに、主制御装置 100 によってポンプ P 3、排気弁 31、給気弁 30 の制御が行われている。

この場合も、給気管路及び排気管路中のエアフィルタとケミカルフィルタの存在により、循環使用されるガス中の上記不純物は殆ど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。

また、この場合も、主制御装置 100 では、ポンプ P 3 の作動停止のタイミングをガスセンサの出力に基づいて決定したり、あるいは、特定ガスを投影光学系 PL の鏡筒内に流し続ける (フローさせる) ようにしても構わない。

なお、投影光学系 PL の鏡筒内を上記所定の目標圧力にする理由は前述と同様であり、真空にしない理由は、真空にすると、鏡筒の内外に大きな圧力差を生じ、鏡筒をその圧力差に耐えられる頑丈な構造としなければならず、鏡筒が

重量化及び大型化して装置の大型化を招くためである。この場合も、重量増加を許容できるなら、投影光学系 P L のガス置換に際し、最初に減圧を行い、続いて低吸収性ガスを充填する方法を採用することができる。

前記ウエハステージ W S T は、基板室としてのウエハ室 4 0 内に配置されている。このウエハ室 4 0 は、投影光学系 P L の鏡筒と隙間なく接合された隔壁 4 1 で覆われており、その内部のガスが外部と隔離されている。ウエハ室 4 0 の隔壁 4 1 は、ステンレス ( S U S ) 等の脱ガスの少ない材料にて形成されている。

前記ウエハステージ W S T は、例えば磁気浮上型の 2 次元リニアアクチュエータ ( 平面モータ ) 等から成るウエハ駆動系 7 4 ( 図 1 では図示せず、図 2 参照 ) によってベース B S の上面に沿ってかつ非接触で X Y 面内で自在に駆動されるようになっている。

ウエハステージ W S T 上にウエハホルダ 3 5 が搭載され、該ウエハホルダ 3 5 によってウエハ W が吸着保持されている。

ウエハステージ W S T の X Y 面内の移動により、ウエハ W 上の任意のショット領域をレチクルパターンの投影位置 ( 露光位置 ) に位置決めすることができ、レチクルパターンを投影転写することが可能となっている。すなわち、本実施形態の露光装置 2 0 0 では、主制御装置 1 0 0 によりウエハ W 上の各ショット領域を露光位置に順次位置決めするようにウエハステージ W S T を移動するショット間ステッピング動作と、その位置決め状態で露光光 E L をレチクル R 上に照射してレチクルパターンをウエハ W 上のショット領域に転写する露光動作とが繰り返し行われるようになっている。

真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガスによる露光光の吸収を避けるために、投影光学系 P L からウエハ W までの光路についても前記低吸収性ガス ( 特定ガス ) で置換する必要がある。このため、本実施形態では、ウエハ室 4 0 の内部には、前記特定ガスを満たし、その気圧を前記所



定の目標圧力に設定している。

これを更に詳述すると、ウエハ室40の隔壁41には、図1に示されるように、給気弁32と排気弁33とが設けられている。図3に示されるように、給気弁32は、給気管路を介して前述したガス供給装置70の第4室の一端に接続され、排気弁33は排気管路を介してガス供給装置70の第4室の他端に接続されている。この場合、排気弁33が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタ $AF_{41}$ と吸収性ガス及び有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタ $CF_{41}$ とが設けられている。給気弁32が設けられた給気管路には、エアフィルタ $AF_{42}$ 、ケミカルフィルタ $CF_{41}$ と同様のケミカルフィルタ $CF_{42}$ 、及びポンプP4が設けられている。また、ウエハ室40の内圧は圧力センサPS4（図2参照）によって測定されている。給気弁32、排気弁33、ポンプP4及び圧力センサPS4は、図2に示されるように、主制御装置100に接続されている。主制御装置100では、前述した照明系ハウジング2内のガス置換と同様の手順で、圧力センサPS4の出力をモニタしつつ、給気弁32、排気弁33の開閉及びポンプP4の作動・停止を行って、ウエハ室40内のガス置換を効率良く行うようになっている。この場合、ウエハ室40内の特定ガス中の不純物（有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガス等）の含有濃度が前記第1の濃度未満となるように、設定、維持されている。すなわち、第1の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタ $CF_{41}$ 、 $CF_{42}$ が用いられるとともに、主制御装置100によってポンプP4、排気弁33、給気弁32の制御が行われている。

この場合も、エアフィルタ $AF_{41}$ 、 $AF_{42}$ 、とケミカルフィルタ $CF_{41}$ 、 $CF_{42}$ の存在により、循環使用されるガス中の上記不純物は殆ど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。

この場合も、主制御装置100では、ポンプP4の作動停止のタイミングを

ガスセンサの出力に基づいて決定したり、あるいは、特定ガスをウエハ室 4 0 内に流し続ける（フローさせる）ようにしても構わない。

なお、ウエハ室 4 0 内を所定の目標圧力にする理由及び真空にしない理由は、前述した照明系ハウジング 2 の場合と同様である。

前記ウエハ室 4 0 の隔壁 4 1 の - X 側の側壁には光透過窓 3 8 が設けられている。これと同様に、図示は省略されているが、隔壁 4 1 の + Y 側（図 1 における紙面奥側）の側壁にも光透過窓が設けられている。これらの光透過窓は、隔壁 4 1 に形成された窓部（開口部）に該窓部を閉塞する光透過部材、ここでは一般的な光学ガラスを取り付けることによって構成されている。この場合、光透過窓 3 8 を構成する光透過部材の取り付け部分からのガス漏れが生じないように、取り付け部には、インジウムや銅等の金属シールや、フッ素系樹脂による封止（シーリング）が施されている。

前記ウエハホルダ 3 5 の - X 側の端部には、平面鏡から成る X 移動鏡 3 6 X が Y 方向に延設されている。この X 移動鏡 3 6 X にほぼ垂直にウエハ室 4 0 の外部に配置された X 軸レーザ干渉計 3 7 X からの測長ビームが光透過窓 3 8 を介して投射され、その反射光が光透過窓 3 8 を介してレーザ干渉計 3 7 X 内部のディテクタによって受光され、レーザ干渉計 3 7 X 内部の参照鏡の位置を基準として X 移動鏡 3 6 X の位置、すなわちウエハ W の X 位置が検出される。

同様に、図示は省略されているが、ウエハホルダ 3 5 の + Y 側の端部には、平面鏡から成る Y 移動鏡が Y 方向に延設されている。そして、この Y 移動鏡を介して Y 軸レーザ干渉計 3 7 Y（図 2 参照）によって上記と同様にして Y 移動鏡の位置、すなわちウエハ W の Y 位置が検出される。レーザ干渉計 3 7 X、3 7 Y の検出値（計測値）は主制御装置 1 0 0 に供給されており（図 2 参照）、主制御装置 1 0 0 では、前述したショット間ステッピング時等にこれらのレーザ干渉計 3 7 X、3 7 Y の検出値をモニタしつつウエハ駆動系 7 4 を介してウエハステージ W S T の位置制御を行うようになっている。

このように、本実施形態では、レーザ干渉計 37 X、37 Y、すなわちレーザ光源、プリズム等の光学部材及びディテクタ等が、ウエハ室 40 の外部に配置されているので、レーザ干渉計 37 X、37 Y を構成するディテクタ等から仮に微量の吸収性ガスが発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがないようにになっている。

なお、ウエハ室 40 外部、すなわち光透過窓 38 より外部の測長ビームの光路部分を、両端に光透過窓が設けられた容器で覆い、該容器の内部のガスの温度、圧力等を制御するようにしても良い。あるいは、この容器内部を真空にしても良い。これにより、その外部の光路上の空気揺らぎに起因する測長誤差を低減することができる。かかる詳細は、例えば特開平 10-281716 号公報などに開示されている。

なお、レーザ干渉計用の参照鏡（固定鏡）を投影光学系 PL に固定し、これを基準として X 移動鏡 36 X、Y 移動鏡の位置を計測することも比較的多く行われるが、かかる場合には、参照ビームと測長ビームとを分離する偏光ビームスプリッタ（プリズム）を含めて、あるいはそれより先の光学素子をウエハ室 40 内に収納し、レーザ光源、ディテクタ等をウエハ室 40 外に配置するようにしても良い。

ところで、被露光基板であるウエハ W は、外部から露光装置内（より具体的にはウエハ室 40 内）に搬入されウエハホルダ 35 上にロードされた後、露光され、露光終了後に再び装置外に搬出される。しかるに、露光装置外のガス環境は、標準組成の大気であるため、その約 21% は酸素であり、真空紫外光に対して強い吸収性を有している。従って、ウエハ W の搬入、搬出時にウエハ W と共に外気がウエハ室 40 内に僅かでも混入すると、露光光 EL に対して著しい吸収が生じてしまい、許容できない透過率低下や透過率変動を招くことになる。

そこで、本実施形態では、かかる事態の発生を未然に防止すべく、次のよう

な工夫がなされている。

すなわち、ウエハ室40に隣接して、図1に示されるように、基板用の予備室としてのウエハガス置換室W1が設けられている。ウエハガス置換室W1は、隔壁46と前述したウエハ室40の隔壁41のX方向一侧(+X側)の側壁とによって形成されている。隔壁41のX方向一侧(+X側)の側壁には、出入り口41aが形成され、この出入り口41aは扉44によって開閉可能な構造となっている。また、隔壁46のX方向一侧(+X側)の側壁には、出入り口46aが形成され、この出入り口46aは扉45によって開閉可能な構造となっている。扉44、45は、不図示の駆動系を介して主制御装置100によって開閉制御されるようになっている。なお、扉44、45の内、少なくとも扉44は、高速で開閉が可能な機械式シャッタを用いることが望ましい。

ウエハガス置換室W1の隔壁46には、図1に示されるように、給気弁47と排気弁48とが設けられている。図3に示されるように、給気弁47は、給気管路を介して前述したガス供給装置70の第5室の一端に接続され、排気弁48は排気管路を介して上記ガス供給装置70の第5室の他端に接続されている。この場合、排気弁48が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタAF<sub>51</sub>、吸収性ガス及び有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタCF<sub>51</sub>及びドライポンプ等の真空ポンプからなる減圧装置VP1が設けられている。給気弁47が設けられた給気管路には、エアフィルタAF<sub>52</sub>、ケミカルフィルタCF<sub>51</sub>と同様のケミカルフィルタCF<sub>52</sub>及びポンプP5が設けられている。ウエハガス置換室W1の内圧は圧力センサPS5(図2参照)によって計測されている。給気弁47、排気弁48、減圧装置VP1、ポンプP5及び圧力センサPS5は、図2に示されるように、主制御装置100に接続されている。

ウエハガス置換室W1の内部には、出入り口41aを介してウエハ室40に対してウエハWを搬入及び搬出するロボットアームから成る基板搬送系として

のウエハローダ 43 が配置されている。さらに、扉 45 の外部には、出入り口 46 a を介してウエハ W をウエハガス置換室 W1 に対して搬入及び搬出するロボットアームから成るウエハ搬送系 49 が設けられている。ウエハローダ 43 及びウエハ搬送系 49 は、主制御装置 100 に接続されている（図 2 参照）。

次に、ウエハ W を露光装置外からウエハ室 40 内に搬入する一連の動作について、主制御装置 100 の制御動作を中心として説明する。

(1) まず、不図示の外部搬送系により露光装置外部からウエハ W が不図示のウエハプリアライメント装置上に搬送されると、主制御装置 100 ではそのウエハ W の外形を基準とするラフな位置決め（プリアライメント）を行う。このプリアライメントは、例えばウエハ W のノッチ（V 字状の切り欠き）を含む外周部の少なくとも 3 箇所を光学的なセンサにより検出してウエハ W の X Y 位置ずれ、回転位置ずれを検出し、これらの位置ずれをプリアライメント装置で補正することにより行われる。あるいは、複数本の駆動ピンを同時にプリアライメント装置の中心に向けて半径方向に駆動し、その駆動ピンの 1 本をウエハ W のノッチに嵌合させることにより、ウエハ W の中心出しと回転位置合わせを行っても良い。

(2) 次に、主制御装置 100 ではプリアライメントが終了したウエハ W をウエハ搬送系 49 で受け取り、ウエハガス置換室 W1 に向けて搬送を開始する。そして、主制御装置 100 ではウエハ W を保持したウエハ搬送系 49 がウエハガス置換室 W1 に対して所定距離内に近づいた時点で扉 45 を開放する。このとき、ウエハガス置換室 W1 とウエハ室 40 との境界の出入り口 41 a は、扉 44 によって閉鎖されている。

(3) 次に、主制御装置 100 ではウエハ W を保持したウエハ搬送系 49 を出入り口 46 a を介してウエハガス置換室 W1 内に侵入させ、ウエハ W をウエハ搬送系 49 からウエハローダ 43 に受け渡す。

ここで、上記のウエハ搬送系 49 のウエハガス置換室 W1 内への侵入に際し

ては、ウエハガス置換室W Iの外側の扉4 5は開放されているので、外気はウエハWとともにウエハガス置換室W I内に混入するが、内側の扉4 4は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸収性ガス及び有機系の汚染物質などの不純物がウエハ室4 0内に混入することはない。

(4) 上記のウエハWの受け渡し終了後、主制御装置1 0 0ではウエハ搬送系4 9を出入り口4 6 aを介してウエハガス置換室W Iの外部に退避させ、扉4 5を閉じる。

(5) 次に、主制御装置1 0 0では排気弁4 8を開成するとともに、減圧装置V P 1を作動し、ウエハガス置換室W I内の減圧を開始する。そして、主制御装置1 0 0では圧力センサP S 5の出力をモニタしながらウエハガス置換室W I内が例えば0. 1 [h P a]程度まで減圧された時点で、排気弁4 8を開成すると同時に減圧装置V P 1を停止する。

上記の減圧により、ウエハガス置換室W I内から酸素等の吸収性ガスなどの汚染物質が除去される。

(6) その後、主制御装置1 0 0では給気弁4 7を開成すると同時にポンプP 5を作動させる。これにより、ガス供給装置7 0からウエハガス置換室W I内への低吸収性ガス（特定ガス）の供給が開始される。そして、この低吸収性ガスの供給開始後、主制御装置1 0 0では圧力センサP S 5の出力に基づいて内圧が上記の所定の目標圧力になった時点で給気弁4 7を開成すると同時にポンプP 5を停止する。これにより、ウエハガス置換室W I内のガス交換が終了する。このガス交換が終了した時点で、ウエハガス置換室W I内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の1 0倍～1 0 0倍程度の第2の濃度に設定されている。

(7) その後、主制御装置1 0 0では、扉4 4を開放し、ウエハローダ4 3によりウエハWを出入り口4 1 aを介してウエハ室4 0内のウエハホルダ3 5上に搬入して、ウエハWのロードを行う。そして、ウエハローダ4 3を出入り口

41 aを介してガス置換室W I内に戻し、扉44を閉じる。この場合、扉44として高速シャッタが用いられているので、上記のウエハロードに際して扉44の開閉を高速に行うことができ、扉44の開放時間を極力短くすることができるようになっている。

その後、ウエハホルダ35上のウエハWに対して前述した手順で露光が行われ、ウエハWの露光が終了すると、次の(8)~(9)のような手順で露光済みのウエハWがウエハ室40から露光装置外へ搬出される。

(8) まず、主制御装置100では扉44を開放し、ウエハローダ43を出入り口41 aを介してウエハ室40内に移動してウエハWをウエハホルダ35からアンロードさせ、そのウエハWを保持したウエハローダ43を出入り口41 aを介してガス置換室W I内に戻し、扉44を閉じる。このウエハのアンロードに際しても、扉44の開閉を高速に行うことができ、扉44の開放時間を極力短くすることができるようになっている。

(9) 次に、主制御装置100では扉45を開放し、ウエハ搬送系49を出入り口46 aを介してウエハガス置換室W I内に侵入させ、ウエハWをウエハローダ43からウエハ搬送系49に受け渡す。このウエハWの受け渡し終了後、主制御装置100ではウエハWを保持したウエハ搬送系49を出入り口46 aを介してガス置換室W Iの外部に退避させ、扉45を閉じる。

その後、ウエハ搬送系49によってウエハWが外部搬送系に受け渡され、該外部搬送系によって装置外へ搬送されることとなる。

上述の(1)~(9)の動作によって、ウエハ室40内への吸収性ガス等の混入を防止したウエハ交換動作が可能となる。これにより、ウエハ室40に対するウエハの搬入及び搬出に伴って、ウエハ室内に混入した吸収性ガス等による露光光ELの吸収に起因する透過率の低下や変動を効果的に抑制することができる。

また、上記(5)の工程でウエハガス置換室W I内が減圧されるため、仮に外部からウエハガス置換室W I内にウエハWを搬入した時点で、そのウエハW表

面あるいは裏面に水が吸着していたとしても、その殆どは上記の減圧によってウエハWから除去される。そのため、ウエハWに吸着した水によってウエハ室40が汚染されるという事態の発生を未然に防止することができる。これにより、ウエハWの表面に吸着した水の層が露光光を強烈に吸収し、かつ分解されることにより、必要な露光量が増大し、結果的に真の露光量が不安定になるという事態の発生を未然に防止することもできる。

上記ウエハWの搬入、搬出時と同様に、レチクルRの搬入及び搬出に際しても、レチクルRとともに外気がレチクル室15内に僅かでも混入すると、露光光ELに対して著しい吸収が生じてしまい、許容できない透過率低下や透過率変動を招くことになる。

そこで、本実施形態では、かかる事態の発生を未然に防止すべく、次のような工夫がなされている。

すなわち、レチクル室15に隣接して、図1に示されるように、マスク用の予備室としてのレチクルガス置換室R1が設けられている。レチクルガス置換室R1は、隔壁25と前述したレチクル室15の隔壁18のX方向一侧(+X側)の側壁とによって形成されている。隔壁18のX方向一侧(+X側)の側壁には、出入り口18aが形成され、この出入り口18aは扉21によって開閉可能な構造となっている。また、隔壁25のX方向一侧(+X側)の側壁には、出入り口25aが形成され、この出入り口25aは扉22によって開閉可能な構造となっている。扉21、22は、不図示の駆動系を介して主制御装置100によって開閉制御されるようになっている。なお、扉21、22の内、少なくとも扉21は、高速で開閉が可能な機械式シャッタを用いることが望ましい。

レチクルガス置換室R1の隔壁25には、図1に示されるように、給気弁23と排気弁24とが設けられている。図3に示されるように、給気弁23は、給気管路を介してガス供給装置70の第6室の一端に接続され、排気弁24は



排気管路を介して上記ガス供給装置 70 の第 6 室の他端に接続されている。この場合、排気弁 24 が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタ A F<sub>61</sub>、吸収性ガス及び有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタ C F<sub>61</sub> 及びドライポンプ等の真空ポンプからなる減圧装置 V P 2 が設けられている。給気弁 23 が設けられた給気管路には、エアフィルタ A F<sub>62</sub>、ケミカルフィルタ C F<sub>61</sub> と同様のケミカルフィルタ C F<sub>62</sub>、及びポンプ P 6 が設けられている。レチクルガス置換室 R 1 の内圧は、圧力センサ P S 6 (図 2 参照) によって測定されている。給気弁 23、排気弁 24、減圧装置 V P 2、ポンプ P 6 及び圧力センサ P S 6 は、図 2 に示されるように、主制御装置 100 に接続されている。

レチクルガス置換室 R 1 の内部には、出入り口 18 a を介してレチクル室 15 に対してレチクル R を搬入及び搬出するロボットアームから成るマスク搬送系としてのレチクルローダ 20 が配置されている。さらに、扉 22 の外部には、マスク保管部としてのレチクルライブラリ R L に保管されているレチクル R を出入り口 25 a を介してレチクルガス置換室 R 1 に対して搬入及び搬出するロボットアームから成るレチクル搬送機構 26 が設けられている。レチクルローダ 20 及びレチクル搬送機構 26 は、主制御装置 100 に接続されている (図 2 参照)。

ここで、レチクルライブラリ R L は、複数段の棚を有し、各段の棚にはレチクル R を収納したレチクルケース 27 が保管されている。レチクルケース 27 としては、密閉型でないレチクルキャリアが用いられている。ここで、実際には、図 1 に示される各構成部分は光源 1 を除き、温度、湿度等が高精度に管理された不図示のエンバイロメンタル・チャンバで覆われているので、レチクルケースとして密閉型でないレチクルキャリアを用いても支障はない。

ところで、レチクル R のパターン面側には、ペリクルと呼ばれる塵よけのための透明な薄膜が取り付けられているのが一般的である。本実施形態において

もこのようなペリクル付きのレチクルRが用いられているものとする。

図4Aには、パターン面を上面としたレチクルRの平面図が示され、図4Bには、図4AのB-B線断面図が示されている。図4Bに示されるように、ペリクルPEはレチクルRのパターン面PAに、ペリクルフレーム（又はペリクルスタンド）と呼ばれる金枠PFを介して接着されている。ペリクルPAとしては、通常ニトロセルロース等を主成分とする透明な薄膜が用いられるが、本実施形態では波長120nm～180nmの真空紫外域の露光光ELを良好に透過させるため、レチクル及びレンズ系と同材質のホタル石、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶材料から成るフィルム状部材を用いても良い。

ペリクルPEとパターン面PAとの間には、図4Bに示されるように、所定量の気体が溜まっている空間GSが存在する。この空間GSの密閉性を高めると、台風等の接近で気圧が低下した際に空間GS内の気体が膨張し、ペリクルPEが破損してしまうので、金枠PFには、通気孔h1, h2, h3, h4が形成されている。

次に、レチクルRをレチクルライブラリRLからレチクル室15内に搬入する一連の動作について、主制御装置100の制御動作を中心として説明する。

a. まず、主制御装置100では、レチクルケース27内に収納され、レチクルライブラリRLに保管されているレチクルRを、レチクル搬送機構26によってレチクルライブラリRL内のレチクルケース27から取り出し、レチクルガス置換室R1に向けて搬送を開始する。そして、主制御装置100では、レチクルRを保持したレチクル搬送機構26がレチクルガス置換室R1に対して所定距離内に近づいた時点で扉22を開放する。このとき、レチクルガス置換室R1とレチクル室15との境界の出入り口18aは、扉21によって閉鎖されている。

b. 次に、主制御装置100では、レチクルRを保持したレチクル搬送機構26を出入り口25aを介してレチクルガス置換室R1内に侵入させ、レチク

ルRをレチクル搬送機構26からレチクルローダ20に受け渡す。

ここで、上記のレチクル搬送機構26のレチクルガス置換室R1内への侵入に際しては、レチクルガス置換室R1の外側の扉22は開放されているので、外気はレチクルRとともにレチクルガス置換室R1内に混入するが、内側の扉21は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸収性ガス等がレチクル室15内に混入することはない。

c. 上記のレチクルRの受け渡し終了後、主制御装置100ではレチクル搬送機構26を出入り口25aを介してレチクルガス置換室R1の外部に退避させ、扉22を閉じる。

d. 次に、主制御装置100では、排気弁24を開成するとともに、減圧装置VP2を作動し、レチクルガス置換室R1内の減圧を開始する。そして、主制御装置100では圧力センサPS6の出力をモニタしながらレチクルガス置換室R1内が例えば0.1[hPa]程度まで減圧された時点で、排気弁24を閉成すると同時に減圧装置VP2を停止する。

上記の減圧により、レチクルガス置換室R1内から酸素等の吸収性ガスなどが除去される。

e. その後、主制御装置100では給気弁23を開成すると同時にポンプP6を作動させる。これにより、ガス供給装置70からレチクルガス置換室R1内への低吸収性ガスの供給が開始される。そして、この低吸収性ガスの供給開始後、主制御装置100では、圧力センサPS6の出力に基づいて内圧がレチクル室15内とほぼ同程度の圧力になった時点で給気弁23を開成すると同時にポンプP6を停止する。これにより、レチクルガス置換室R1内の気体が低吸収性ガスに置換される。これにより、レチクルガス置換室R1内のガス交換（ガス置換）が終了する。このガス交換が終了した時点で、レチクルガス置換室R1内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の10倍程度の第2の濃度未満に設定されている。

また、この場合、主制御装置 100 では、上記の減圧開始から置換終了までに 10 秒以上の時間を掛けている。このため、本実施形態では、レチクルガス置換室 R1 内における減圧及び減圧後の低吸収性ガスの充填がともにゆっくりと行われるので、空間 GS と外部（レチクルガス置換室 R1 の内部）との間で、前述した通気孔 h1 ~ h4 を介してガスの出し入れが行われ、ペリクル PE の内外に気圧差が殆ど生じることがない。これにより、ペリクル PE が破損してしまうという事態の発生を防止することができる。

なお、レチクル交換は、ウエハ交換程頻度が高くないので、このようなゆっくりとしたガス交換を行なっても露光装置の処理能力（スループット）に与える影響は僅かである。

この場合、排気弁 24、給気弁 23 として、排気速度、ガス充填速度をそれぞれ調整可能な流量調整弁を用いることが望ましい。

なお、前述したウエハガス置換室 W1 内の減圧に関しても、あまりに急激な減圧動作を行ったのでは、断熱膨張冷却により、内部の気体に混入している水蒸気が凍結しウエハ W 表面に吸着するおそれがあるので、ウエハ交換時の上記減圧動作も、露光装置の処理能力を落とさない範囲内で、可能な限りゆっくりと行なうことが望ましい。この場合にも、排気弁 48 として減圧速度の調整が可能な流量調整弁を用いることが望ましい。

f. 上記のガス置換終了後、主制御装置 100 では、扉 21 を開放し、レチクルローダ 20 によりレチクル R をレチクル室 15 内のレチクルホルダ 14 上に搬入して、レチクル R のロードを行う。そして、レチクルローダ 20 を出入り口 18a を介してレチクルガス置換室 R1 内に戻し、扉 21 を閉じる。この場合、扉 21 として高速シャッタが用いられているので、上記のレチクルロードに際して扉 21 の開閉を高速に行うことができ、扉 21 の開放時間を極力短くすることができるようになっている。

この一方、レチクル R のレチクル室 15 からの搬出は次のようにして行われ

る。

g. まず、主制御装置 100 では、扉 21 を開放し、レチクルローダ 20 を出入り口 18 a を介してレチクル室 15 内に移動してレチクル R をレチクルホルダ 14 からアンロードさせ、そのレチクル R を保持したレチクルローダ 20 を出入り口 18 a を介してレチクルガス置換室 R1 内に戻し、扉 21 を閉じる。このレチクルのアンロードに際しても扉 21 の開閉を高速に行うことができるので、扉 21 の開放時間を極力短くすることができる。

h. 次に、主制御装置 100 では、扉 22 を開放し、レチクル搬送機構 26 を出入り口 25 a を介してレチクルガス置換室 R1 内に侵入させ、レチクル R をレチクルローダ 20 からレチクル搬送機構 26 に受け渡す。このレチクル R の受け渡し終了後、主制御装置 100 では、レチクル R を保持したレチクル搬送機構 26 を出入り口 25 a を介してガス置換室 R1 の外部に退避させ、扉 22 を閉じる。その後、主制御装置 100 では、レチクル搬送機構 26 を制御してレチクル R をレチクルライブラリ RL の所定の収納段のレチクルケース 27 内に戻す。

なお、本実施形態では、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハ室 40、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 の全てに同一種類の低吸収性ガスを供給し、循環使用するものとしているが、これはガスの種類を同一にすることにより、一種類のガス（混合ガスを含む）を用意すれば足りるからである。しかしながら、これに限らず、各部に供給する低吸収性ガスとして異なる種類のガスを用いることは可能である。但し、低吸収性ガスとして窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン等の単一ガスを用いる場合には、少なくともウエハ室 40 とウエハガス置換室 W1 とに供給するガス同士、レチクル室 15 とレチクルガス置換室 R1 とに供給するガス同士は、同一種類のガスを用いることが望ましい。これは、ガスの混合を避けるためである。

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、レチクルガス置換室

R 1 に接続された給気弁 2 3、排気弁 2 4、減圧装置 V P 2、ポンプ P 6 及び主制御装置 1 0 0 によって、レチクルガス置換室 R 1 内部の気体を不純物の含有濃度が第 2 の濃度程度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構が構成されている。また、ウエハガス置換室 W 1 に接続された給気弁 4 7、排気弁 4 8、減圧装置 V P 1、ポンプ P 5 及び主制御装置 1 0 0 によって、ウエハガス置換室 W 1 内部の気体を不純物の含有濃度が所定濃度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構が構成されている。

以上詳細に説明したように、本第 1 の実施形態の露光装置 2 0 0（及びその露光装置による露光方法）によれば、真空紫外域光を露光光 E L として用いているにもかかわらず、ウエハ W 及びレチクル R の交換時に、外気から露光光路に吸収性ガスが浸入することを防止することができ、これにより、露光光 E L の吸収に起因する透過率の低下や変動の発生、照度均一性の低下などを効果的に低減することができる。従って、十分な露光光パワーが得られると共に、高い露光量制御性を実現することが可能となる。

また、露光のためレチクル R の滞在時間が通常最も長くなる、レチクル室 1 5 に比べてレチクル R の滞在時間の短いレチクルガス置換室 R 1 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度がレチクル室 1 5 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定される。そのため、レチクルガス置換室 R 1 内の特定ガス環境をもレチクル室 1 5 と同等に設定維持する場合に比べて、その設備（給排気システム）を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

同様に、露光のためウエハ W の滞在時間が通常最も長くなる、ウエハ室 4 0 に比べてウエハ W の滞在時間の短いウエハガス置換室 W 1 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度がウエハ室 4 0 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定される。そのため、ウエハガス置換室 W 1 内の特定ガス環境をもウエハ室 4 0 と同等に設定維持する場合に比べて、その設備（給排気システム）を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

また、本実施形態によると、レチクル室 15 にレチクル R を搬入する際には、出入り口 18 a を開閉する扉 21 が開閉され、このとき、特定ガス中の不純物の含有濃度が第 1 の濃度であるレチクル室 15 と特定ガス中の不純物の含有濃度が第 2 の濃度であるレチクルガス置換室 R1 とが連通する。このため、レチクル室 15 内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するが、この上昇量は扉 21 の開放時間に比例する。しかるに扉 21 として高速シャッタが用いられているので、その開閉を高速に行うことができ、これによりレチクル室 15 内の特定ガス中の不純物の含有濃度の上昇を極力抑制することができる。レチクル室 15 からレチクル R を搬出する際も同様である。

同様に、扉 44 として高速シャッタが用いられているので、ウエハ室 40 に対するウエハ W の搬入及び搬出に伴う扉 44 の開放時におけるウエハ室 40 内の特定ガス中の不純物の含有濃度の上昇も極力抑制することができるようになっている。

なお、上記の説明では特に明示しなかったが、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハ室 40、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 等の内部は、不図示のエンバイロメンタル・チャンバと同程度の精度で温度調整が行われている。また、上記では特に明示しなかったが、照明系ハウジング 2、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 等の特定ガス（低吸収性ガス）が直接接触する部分は、前述したレチクル室 15、ウエハ室 40 の隔壁と同様にステンレス（SUS）等の脱ガスの少ない材料で構成することが望ましい。あるいは、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハ室 40、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 等の特定ガス（低吸収性ガス）が直接接触する部分にはその表面に炭化水素等の吸収性ガスの脱ガスによる発生の少ないフッ素系樹脂等のコーティングを施しても良い。

なお、上記実施形態では、ウエハステージ WST が磁気浮上タイプである場

合について説明したが、これに限らず、例えば、図5に示されるように、ベースBSの上面（ガイド面）に対して加圧気体を噴出してその静圧によりウエハステージWSTをガイド面の上方に浮上させる複数の気体静圧軸受け78をウエハステージWSTの底面に配置する気体浮上方式を採用する場合には、気体静圧軸受け78から上記浮上用に噴出する気体として前記低吸収性ガスを使用するようにすれば良い。かかる場合には、ウエハステージWSTの浮上を気体静圧軸受け78を用いて行ってもそれに起因して吸収性ガスがウエハ室15内に混入して露光に悪影響を及ぼすのを回避することができるとともに、平面モータ（あるいはリニアモータ）等により、ウエハステージWSTを非接触で2次元方向にかつ高速に駆動することにより、機械的な案内面の精度等に影響されず高精度に位置制御することが可能となる。

また、上記実施形態では、ウエハガス置換室W1内にウエハロード43を配置し、該ウエハロード43によってウエハWのウエハホルダ35に対するロード、アンロードをシーケンシャルに行う場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、ウエハロード43と同様の搬送アームを2つ設け、これらをウエハガス置換室W1内に上下2段に配置し、一方の搬送アームをウエハのロード専用、他方の搬送アームをアンロード専用とすることにより、ウエハホルダ35からの露光済みのウエハの搬出（アンロード）と未露光のウエハのウエハホルダ35への搬入（ロード）とを並行して行うようにしても良い。かかる場合には、上記実施形態に比べてウエハ交換時間を短縮することが可能である。

あるいは、図6の概略平面図に示されるように、ウエハガス置換室W1を2つ設け、一方をウエハの搬入専用、他方をウエハの搬出専用として、前述した(8)及び(9)のウエハの搬出動作と、(1)～(7)のウエハの搬入動作とを並行して行うようにしても良い。この場合、搬出専用のウエハガス置換室W1は、搬出に先立って、前述と同様にしてガス置換を完了しておく必要があるが、ウエ



ハのウエハ室 40 への搬入の終了を待つことなく、ウエハガス置換室から外部にウエハを搬出できるので、上記の搬送アームの上下 2 段配置の場合に比べても、外部からのウエハの搬入動作の開始からウエハ室からのウエハの外部への搬出までも含めたトータルのウエハ交換時間を一層短縮することが可能である。

勿論、図 6 の場合にも、各ウエハガス置換室 W1 内に、上下 2 段の搬送アームを配置し、ウエハガス置換室 W1 を交互に利用するようにしても良い。この場合にも、上記実施形態に比べてウエハ交換を高速化することが可能である。

なお、レチクル R の搬送系に関しても、上記のウエハ側と同様の手法、すなわち、レチクルガス置換室内の搬送アームの上下 2 段配置、あるいはレチクルガス置換室としてレチクルの搬出専用、搬入専用のものを設ける等により、同様に、レチクル交換時間を短縮できる。

また、上記実施形態では、ペリクル付きのレチクル R を用い、レチクルガス置換室内のガス交換の際の減圧及びガス充填を十分な時間を掛けて行い、ペリクルの破損を防止する場合について説明したが、ペリクル P E の装着されていないレチクルをマスクとして用いる場合にも、上記実施形態と同様に、レチクルガス置換室内で減圧を行えば、レチクル表面に吸着した水を除去できるという効果が得られる。

但し、ペリクル P E の装着されていないレチクルを用いる場合には、レチクルのパターン面とペリクル P E とに囲まれる空間 G S 内の、すなわち通気性の悪い空間内のガス置換を考慮する必要がなくなるので、上記の減圧を行うことなく、レチクルガス置換室 R1 内のガス交換を連続的なガスの排気と供給、いわゆるガスフローにより行うことも現実的となる。この場合、レチクルガス置換室 R1 内に、図 1 に仮想線で示されるエネルギービーム射出部としてのエキシマランプ等の紫外線光源 80 を設け、この紫外線光源 80 により、レチクルに付着した水分や有機物等の吸収性物質を、紫外光によるいわゆる「光洗浄」により除去するようにしても良い。これに限らず、光源 1 その他の紫外線光源

からの光を導く光ファイバ、リレー光学系等の射出端をエネルギービーム射出部として設けても良い。なお、エネルギービーム射出部は、必ずしもレチクルガス置換室 R 1 内に設ける必要はなく、レチクルの搬送経路中であれば他の場所に設けても良い。

また、ウエハガス置換室 W 1 に関しても、減圧動作を省略し、上記のようなガスフローのみでのガス置換を行なうことも可能である。但し、この場合には、不図示のレジスト塗布装置から露光装置までのウエハ搬送経路や、露光装置の前記ウエハ搬送系（図 1 中の 4 9）の周囲の空間を、水蒸気及び炭化水素等の有機ガスを排除したガスで満たし、ウエハ表面への水や有機物の付着を防止することが望ましい。

ウエハガス置換室 W 1 又はレチクルガス置換室 R 1 でのガス置換を、ガスフローのみで行う場合には、これらの置換室内でのガス置換を効率良く行うために、その内部構造をできるだけ単純化することが望ましい。そのために、レチクルガス置換室 R 1 からレチクル室 1 5 にレチクル R を搬送するレチクルローダ 2 0 を、レチクル室 1 5 内に設け、ウエハガス置換室 W 1 からウエハ室 4 0 にウエハ W を搬送するウエハローダ 4 3 を、ウエハ室 4 0 内に設けることが望ましい。

なお、減圧によるガス置換を行う場合にも、これらのローダ 2 0、4 3 がガス置換室 R 1、W 1 に設けられた場合には、減圧時にローダ 2 0、4 3 の可動部から潤滑油が蒸発し、飛散してレチクル R やウエハ W を汚染する恐れもあるので、スペースに余裕があれば、レチクル室 1 5 及びウエハ室 4 0 内にローダを設置する方が望ましい。

ところで上記第 1 の実施形態では、レチクルライブラリ R L からのレチクルの取り出しに際し、レチクルライブラリ R L に格納されたレチクルケース 2 7 からレチクル R を取り出してレチクル搬送機構 2 6 によって搬送する場合について説明したが、これに限らず、レチクル搬送機構 2 6 によりレチクル R をレ

チクルケース 27 内に収納した状態で、すなわちレチクルケース 27 と一体でレチクル R をレチクルガス置換室 R1 まで搬送するようにしても良い。

#### 《第 2 の実施形態》

次に、上述のレチクルケースと一体でレチクルを搬送する方法を採用した本発明の第 2 実施形態について図 7 を参照して説明する。ここで、前述した第 1 の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、その説明を簡略にし若しくは省略するものとする。

この第 2 の実施形態は、レチクルガス置換室 R1 の内部の構造及びレチクル搬送シーケンスの一部が、前述した第 1 の実施形態と異なるのみであるから、以下においてはこれらの点を中心として説明する。

図 7 には、第 2 の実施形態に係るレチクルガス置換室 R1 の構成の一例が示されている。この図 7 において、レチクルガス置換室 R1 の内部には、レチクルケース設置台 52 が設けられている。このレチクルケース設置台 52 には、レチクルケース 27 の外形に対応する嵌合部（位置合わせ用の凹凸部）が設けられており、レチクルケース 27 が所定の位置に載置されるようになっている。

この場合、レチクルケース 27 としては、開閉可能な扉 27a を有する密閉型のレチクルキャリアが用いられている。これに対応して、レチクルガス置換室 R1 内部には、扉開閉機構 51 が設けられている。この扉開閉機構 51 は、レチクルケース設置台 52 上に上記位置合わせ用の凹凸部により位置決めされた状態でレチクルケース 27 が載置されたときに、図 7 に示されるように、扉 27a を容易に開放できる位置に配置されている。

次に、本第 2 の実施形態におけるレチクル R をレチクルライブラリ RL からレチクル室 15 内に搬入する際の一連の動作について説明する。以下の各部の動作は、第 1 の実施形態と同様に主制御装置 100 の制御動作によって実現されるが、ここでは説明を簡略化するため主制御装置 100 に関する説明は省略する。

まず、レチクルライブラリ R L の任意の収納段に保管されレチクル R を収納したレチクルケース 27 が、レチクル搬送機構 26 によって取り出され、レチクルガス置換室 R 1 に向けて搬送が開始される。ここで、レチクルケース 27 の内部には、不純物の含有濃度が前述した第 2 の濃度未満の特定ガスが充填されているものとする。

そして、レチクルケース 27 を保持したレチクル搬送機構 26 がレチクルガス置換室 R 1 に対して所定距離内に近づいた時点で扉 22 が開放される。このとき、レチクルガス置換室 R 1 とレチクル室 15 との境界の出入り口 18 a は、扉 21 によって閉鎖されている。

次に、レチクルケース 27 を保持したレチクル搬送機構 26 が出入り口 25 a を介してレチクルガス置換室 R 1 内に侵入し、レチクル搬送機構 26 によってレチクルケース 27 がレチクルケース設置台 52 上の上記所定の位置に載置される。

次に、レチクル搬送機構 26 が出入り口 25 a を介してガス置換室 R 1 の外部に退避し、扉 22 が閉鎖される。次に、前述した第 1 の実施形態と同様にし、レチクルガス置換室 R 1 内の減圧が開始される。そして、扉開閉機構 51 により、レチクルケース 27 の扉 27 a が開けられ、上記減圧が継続される。そして、レチクルガス置換室 W 1 内が例えば 0.1 [hPa] 程度まで減圧された時点で減圧が完了する。

上記の減圧により、レチクルガス置換室 R 1 内から酸素等の吸収性ガスなどが除去される。

減圧完了後、前述と同様にしてレチクルガス置換室 R 1 内に低吸収性ガスが充填される。これに続き、レチクルローダ 20 によりレチクル R がレチクルケース 27 から取り出され、扉 21 が開放されると、レチクルローダ 20 によりレチクル R がレチクル室 15 内に搬入され、レチクルホルダ 14 上にロードされる。

一方、レチクルRの搬出動作は次のようにして行われる。

まず、扉21が開放され、レチクルローダ20が出入り口18aを介してレチクル室15内に移動しレチクルRをレチクルホルダ14からアンロードする。なお、扉21が開放される時点では、前記第2の濃度未満の不純物を含有する低吸収性ガスがレチクルガス置換室R1内に充填されている。

レチクルRをアンロードしたレチクルローダ20は、そのレチクルRを保持して出入り口18aを介してガス置換室R1内に戻る。これとほぼ同時に扉21が閉鎖される。次にレチクルローダ20によってレチクルRがレチクルケース27内に戻される。そして、レチクルローダ20がレチクルケース27内から退避すると、扉開閉機構51によって扉27aが閉じられる。これにより、レチクルケース27内部は、不純物の含有濃度が第2の濃度未満の特定ガスが充填された密閉空間となる。上記の扉27aの閉鎖直後に扉22が開放され、レチクル搬送機構26が出入り口25aを介してガス置換室R1内に侵入し、レチクルケース27をレチクルローダ20から受け取り、出入り口25aを介してガス置換室R1の外部に退避する。その後、扉22が閉じられる。その後、レチクル搬送機構26によりレチクルケース27がレチクルライブラリRLの所定の収納段に戻される。

その他の部分の構成等は、前述した第1の実施形態と同様になっている。

このようにして構成された第2の実施形態によると、第1の実施形態と同等の効果を得ることができる他、レチクルケース27もレチクルRと一体的にレチクルガス置換室R1内に搬入された状態でガス置換が行われるので、露光終了後に搬出されたレチクルケース27の中の気体も、低吸収性ガス(特定ガス)で置換された状態、すなわち、レチクルケース27内に、低吸収性ガスが再度充填された状態となっている。これにより、保管中(非使用時)の、レチクル表面への水の付着等を防止することができるという効果をも得ることができる。すなわち、本実施形態では、給気弁23、排気弁24、減圧装置VP2、ポン

プ P 6 及び主制御装置 1 0 0 によって構成されるガス置換機構が、レチクル R を用いた露光終了後に、レチクルケース 2 7 内に特定ガスを充填するガス充填機構をも兼ねている。このため、レチクルケース 2 7 内に収納されたレチクル R を取り出してレチクル室 1 5 に搬入して露光を行ったり、露光終了後にレチクルケース 2 7 内にレチクル R を収納し、そのレチクル R を取り出して再度露光を行う際に、レチクル R とともに不純物がマスク室 1 5 内に混入するのを極力抑制することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室 1 5 内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

この第 2 の実施形態の場合、レチクルケース 2 7 の扉 2 7 a とレチクルケース本体の接触部に、フッ素系樹脂等のシール材を付加して置くと、レチクルケース 2 7 内部の気密性が高まり、外部からの吸収性ガスその他の不純物の浸入を防止でき好都合である。また、レチクルケース 2 7 自体の材質も、炭化水素ガス等の吸収性ガスの発生の少ないフッ素系樹脂や、ステンレス (SUS) にすることが望ましい。

なお、上記第 2 の実施形態において、レチクルケースとして S M I F (Standard Mechanical Interface) ポッド等の密閉型のレチクルキャリアを用いても良い。

なお、レチクル R をレチクルライブラリ R L 内に長期保存する際には、レチクルケース 2 7 の内部にも、低吸収性ガスを常時供給あるいは循環させることが望ましい。

図 8 A には、このような低吸収性ガスの循環機構が設けられたレチクルライブラリ R L の一例が斜視図にて概略的に示されている。この図 8 A において、レチクルライブラリ R L の側壁 R L a, R L b には、不図示のレチクルケース保持機構 (保持棚) が設けられており、これらの保持機構を介してレチクルケース 2 7 が所定の位置に位置決めされ保持されている。

このレチクルライブラリ R L に上記の位置決め状態で保持されたレチクルケース 27 に対して、上記の低吸収性ガスの循環機構を構成する供給機構 54 と排気機構 55 とが接続されている。

すなわち、レチクルケース 27 の左右両側の側壁部には、接続口 53 a、53 b がそれぞれ設けられ、これらに対向するレチクルライブラリ R L の側壁 R L b、R L a の部分には、開口部がそれぞれ形成され、これらの開口部を介して供給機構 54、排気機構 55 が接続口 53 a、53 b にそれぞれ接続されている。

供給機構 54、排気機構 55 は、それぞれ供給管 54 C (図 8 B 参照) 及び排気管を介して不図示の低吸収性ガスの供給源の一端側と他端側にそれぞれ接続されている。これらの供給管、排気管にも塵 (パーティクル) を除去するエアフィルタ (H E P A フィルタ, U L P A フィルタなど) と、吸収性ガス等の不純物を除去するケミカルフィルタとが設けられ、供給源の内部で低吸収性ガスの温度制御が行われている。

図 8 B には、図 8 A の供給機構 54 の接続部の構造が断面図にて拡大して示されている。この図 8 B に示されるように、接続口 53 a 及び該接続口 53 a が設けられた近傍のレチクルケース 27 側壁内部には、開閉蓋 56 が設けられている。この開閉蓋 56 は、ばね 57、58 等により常時レチクルケース 27 の側壁に向けて付勢されている。このため、開閉蓋 56 に対して外部から何らの力も作用しない状態では、該開閉蓋 56 はレチクルケース 27 の側壁に密着して接続口 53 a を気密性良く閉鎖している。

一方、レチクルライブラリ側壁 R L b の外面には、該側壁にほぼ垂直にガイド部材 59 が設けられており、このガイド部材 59 に沿って往復移動する可動部材 60 が供給機構 54 の先端部 54 a に一体的に固定されている。

また、供給機構 54 の先端部 54 a は、レチクルライブラリ側壁 R L b に形成された開口部内に常時挿入されている。

従って、可動部材 60 を、図 8 B における左側に駆動することにより、供給機構 54 の先端部 54 a の最先端部がレチクルケース 27 側壁の接続口 53 a に挿入される。これにより、開閉蓋 56 は内部に開き、図 8 B に示される状態となる。先端部 54 a の最先端部には開口 54 b が設けられており、給気管（ガス配管） 54 c を介して供給される低吸収性ガスは、開口 54 b を通ってレチクルケース 27 の内部に供給される。先端部 54 a の最先端部近傍の周囲には、シール材 55 d が設けられており、これにより先端部 54 a の最先端部を接続口 53 a に挿入した状態で外気がレチクルケース 27 内部に浸入するのが防止されるようになっている。

接続口 53 b 及び排気機構 55 側も上記と同様に構成されている。

この図 8 A、図 8 B の例のように、保管時においてもその周辺のガス環境が低吸収性ガスに置換されている場合には、レチクル R の表面への不純物の付着も、レチクルパターン面とペリクル P E とに囲まれる空間 G S 内への吸収性ガスの浸入も、共に微量に押さえることが可能であるので、レチクル搬入時のレチクルガス置換室 R I 内での減圧を、数 hPa までの比較的荒い減圧とすることも可能である。さらには、レチクルガス置換室 R I 内で上記減圧を行わずに、給気弁 23 が設けられた給気管路からの低吸収性ガスの送気と、排気弁 24 が設けられた排気管路を介した排気によるガスフローのみで、レチクルガス置換室 R I 内をガス置換した後に、レチクル R をレチクル室 15 内に搬入するようにしても良い。

なお、図 8 A、図 8 B を用いて説明した上記の低吸収性ガスの循環機構が設けられたレチクルライブラリ R L に係る実施形態は、単独でも、あるいは第 1 又は第 2 の実施形態と組み合わせても良い。

### 《第 3 の実施形態》

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。ここで、前述した第 1 の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、



その説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

図 9 には、第 3 の実施形態に係る露光装置におけるマスク用の予備室としてのレチクル予備室（以下、「予備室」と呼ぶ）R 1 の近傍部分の概略構成が、断面図にて示されている。

本第 3 の実施形態では、図 9 に示されるように、その下端部近傍に + X 側に突出した凸部を有する段付きのチャンバ 8 1 の内部空間が予備室 R 1 とされている。この予備室 R 1 は、前記凸部部分と残りの部分との境界部分に設けられた隔壁（仕切り壁）8 2 により、マスク室としてのレチクル室 1 5 の + X 側に隣接する第 1 室 8 3 と、この第 1 室 8 3 の + X 側に位置する第 2 室 8 4 との 2 部分に区画されている。

第 1 室 8 3 内部の - X 側の端部には、水平多関節型ロボット（スカラーロボット）8 5 が配置されている。このスカラーロボット 8 5 は、伸縮及び X Y 面内での回転が自在のアーム 8 5 A と、このアーム 8 5 A を駆動する駆動部 8 5 B とを備えている。このスカラーロボット 8 5 は、第 1 室 8 3 内部の - X 側の端部に床面から上方に向かって延設された支柱ガイド 8 6 に沿って上下動する支持部材 8 7 の上面に搭載されている。従って、スカラーロボット 8 5 のアーム 8 5 A は、伸縮及び X Y 面内での回転に加え、上下動も可能となっている。なお、支持部材 8 7 の上下動は、該支持部材 8 7 に一体的に設けられた不図示の可動子と支柱ガイド 8 6 の内部に Z 方向に延設された不図示の固定子とから成るリニアモータによって行われる。

チャンバ 8 1 の - X 側の側壁には、レチクル室 1 5 の隔壁 1 8 に形成された開口 1 8 a に対向して開口 8 1 a が形成されている。本実施形態では、これらの開口 1 8 a、8 1 a を介してレチクル室 1 5 及び第 1 室 8 3 内に外気が混入しないように、隔壁 1 8 とチャンバ 8 1 とは、密に接合されている。開口 1 8 a と開口 8 1 a とにより一連の出入り口が形成されており、この出入り口が、前述した扉 2 1 によって開閉されるようになっている。

また、第1室83の+X側の側壁を構成する前記隔壁82には、床面から所定高さの位置（例えば床上概略600mm～概略800mmの間の位置）に所定高さ寸法の開口82aが形成されている。この開口82aが、前述した扉22と同様の扉22'によって開閉されるようになっている。

前記第2室84を形成するチャンバ81の凸部の上面には、マスクコンテナとしてのレチクルキャリア88の受け渡しポート89が形成されている。この受け渡しポート89のほぼ真上の天井部には、レチクルRをレチクルキャリア88内に収納した状態で搬送するOHV（Over Head Vehicle）と呼ばれる天井搬送の自動搬送系90（以下、「OHV90」と呼ぶ）の軌道であるガイドレールHrがY方向に沿って延設されている。本実施形態では、受け渡しポート89が設けられたチャンバ81の凸部の上面の床面からの高さは、人間工学的見地から床上概略900mmの高さとされている。従って、受け渡しポート89は、OHV90によりレチクルキャリア88を搬出入することができるとともに、レチクルキャリア88をオペレータが手作業にて搬出入するのにも適している。

ここで、レチクルキャリア88としては、レチクルRを1枚のみ収納可能なボトムオープンタイプの密閉型のコンテナであるSMIF（Standard Mechanical Interface）ポッドが用いられている。勿論、レチクルキャリアとして、複数枚のレチクルRを所定間隔で上下方向に隔てて収納するものを用いても良い。

レチクルキャリア88は、図9に示されるように、レチクルRを支持する支持部材が一体的に設けられた開閉可能な扉としてのキャリア本体88Aと、このキャリア本体88Aに上方から嵌合するカバー88Bと、キャリア本体88Aの底壁に設けられカバー88Bをロックする不図示のロック機構とを備えている。

このレチクルキャリア88の構造に対応して、チャンバ81の受け渡しポー

ト 8 9 部分には、レチクルキャリア 8 8 のキャリア本体 8 8 A より一回り大きな開口 8 1 b が形成されている。この開口 8 1 b は、通常は、第 2 室 8 4 内部に収納された次に述べる開閉機構 9 1 を構成する開閉部材 9 2 によって閉塞されている。

開閉機構 9 1 は、第 2 室 8 4 内の前記開口 8 1 b のほぼ真下の位置に設置された駆動部 9 3 と、この駆動部 9 3 によって上下動される駆動軸 9 4 と、この駆動軸 9 4 の上端にほぼ水平に固定された開閉部材 9 2 とを備えている。開閉部材 9 2 は、キャリア本体 8 8 A の底面を真空吸引あるいはメカニカル連結して係合するとともに、そのキャリア本体 8 8 A に設けられた不図示のロック機構を解除する不図示の機構（以下、便宜上「係合・ロック解除機構」と呼ぶ）を備えている。

従って、開閉機構 9 1 によれば、開閉部材 9 2 の係合・ロック解除機構により、ロック機構を解除するとともに、キャリア本体 8 8 A を係合した後、開閉部材 9 2 を下方に所定量移動することにより、チャンバ 8 1 の内部と外部（すなわち、レチクルキャリア 8 8 の内部と外部）とを隔離した状態で、レチクル R を保持したキャリア本体 8 8 A をカバー 8 8 B から分離させることができる。換言すれば、チャンバ 8 1 の内部と外部とを隔離した状態で、レチクルキャリア 8 8 の底部を開放することができる。

開閉機構 9 1 は、前述した主制御装置 1 0 0 によって制御されるようになっている。

また、図示は省略されているが、本第 3 の実施形態においても、前述した第 1 の実施形態と同様に、予備室 R 1 の第 1 室 8 3、第 2 室 8 4 に給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプがそれぞれ接続されている。また、これら各部が主制御装置 1 0 0 によって制御されるようになっている。すなわち、本実施形態では、予備室 R 1 の第 1 室 8 3、第 2 室 8 4 にそれぞれ接続された給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプ及びこれらを制御する主制御装置 1 0 0 によって、ガス置換

機構が構成されている。なお、給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプのそれぞれは、前述と同様にして、ガス供給装置に接続されている。

主制御装置 100 では、予備室 R1 の第 1 室 83 内及び第 2 室 84 内が、前述したレチクル室 15、ウエハ室 40 等と同様に、常時前述した所定の目標圧力の特定ガス雰囲気となるように、上記のガス置換機構を構成する給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプを適宜制御している。この場合、主制御装置 100 では、レチクル室 15 に隣接する第 1 室 83 内の特定ガス中の不純物（有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガスなど）の含有濃度は、レチクル室 15 内の特定ガス中の含有濃度以上となり、かつ第 2 室 84 内の特定ガス中の含有濃度以下となるように、レチクル室 15 内、第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度を常時設定、維持している。

一例を説明すると、例えば、特定ガスがヘリウムである場合、レチクル室 15 内のヘリウムガス中の不純物の含有濃度が前述した第 1 の濃度未満となり、第 1 室 83 内のヘリウムガス中の不純物の含有濃度がその 10 倍未満となり、第 2 室 84 内のヘリウムガス中の不純物の含有濃度がさらにその 10 倍未満となるように各室 15、83、84 内の特定ガス環境を設定、維持している。具体的には、レチクル室 15 内のヘリウムガス中に含有される有機系の汚染物質についてはその含有濃度  $D_c$  を  $D_c < 1 \text{ ppb}$ （又は  $D_c < 10 \text{ ppb}$ ）程度とし、水についてはその含有濃度  $D_w$  を  $D_w < 10 \text{ ppb}$ （又は  $D_w < 100 \text{ ppb}$ ）程度とし、酸素等の吸収性ガスについてはその含有濃度  $D_g$  を、 $D_g < 30 \text{ ppb}$ （又は  $D_g < 300 \text{ ppb}$ ）程度となるように設定している。この場合、第 1 室 83 については、ヘリウムガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度  $D_c$ 、 $D_w$ 、 $D_g$  を、 $1 \text{ ppb} \leq D_c < 10 \text{ ppb}$ （又は  $10 \text{ ppb} \leq D_c < 100 \text{ ppb}$ ）、 $10 \text{ ppb} \leq D_w < 100 \text{ ppb}$ （又は  $100 \text{ ppb} \leq D_w < 1000 \text{ ppb}$ ）、 $30 \text{ ppb} \leq D_g < 300 \text{ ppb}$ （又は  $300 \text{ ppb} \leq D_g < 3000 \text{ ppb}$ ）に設定する。また、この場

合、第2室84については、ヘリウムガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 $D_c$ 、 $D_w$ 、 $D_g$ を、 $10\text{ppb} \leq D_c < 100\text{ppb}$  (又は $100\text{ppb} \leq D_c < 1000\text{ppb}$ )、 $100\text{ppb} \leq D_w < 1000\text{ppb}$  (又は $1000\text{ppb} \leq D_w < 10000\text{ppb}$ )、 $300\text{ppb} \leq D_g < 3000\text{ppb}$  (又は $3000\text{ppb} \leq D_g < 30000\text{ppb}$ ) に設定する。

また、例えば、特定ガスが窒素ガス( $\text{N}_2$ )である場合には、上記のヘリウムガスの場合と同様に各室内における窒素ガス中の不純物の含有濃度 $D_c$ 、 $D_w$ 、 $D_g$ を設定する他、レチクル室15内の窒素ガス中に有機系の汚染物質の含有濃度 $D_c$ を $D_c < 100\text{ppb}$ とし、水の含有濃度 $D_w$ を $D_w < 1000\text{ppb}$ とし、酸素等の吸収性ガスの含有濃度 $D_g$ を、 $D_g < 3000\text{ppb}$ となるように設定しても良い。この場合、第1室83については、窒素ガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 $D_c$ 、 $D_w$ 、 $D_g$ を、 $100\text{ppb} \leq D_c < 1000\text{ppb}$ 、 $1000\text{ppb} \leq D_w < 10000\text{ppb}$ 、 $3000\text{ppb} \leq D_g < 30000\text{ppb}$  に設定することができる。また、この場合、第2室84については、窒素ガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 $D_c$ 、 $D_w$ 、 $D_g$ を、 $1000\text{ppb} \leq D_c < 10000\text{ppb}$ 、 $10000\text{ppb} \leq D_w < 100000\text{ppb}$ 、 $30000\text{ppb} \leq D_g < 300000\text{ppb}$  に設定することができる。

なお、本第3の実施形態では、ウエハガス置換室W1は、ウエハ室40の-Y側に配置されている。

その他の部分の構成等は、前述した第1の実施形態と同様になっている。

次に、本第3の実施形態に係る露光装置において、レチクルRを露光装置外からレチクル室15内に搬入する一連の動作について概略的に説明する。

まず、主制御装置100の指示に応じ、例えば、OHV90によりレチクルRを収納したレチクルキャリア88が受け渡しポート89に搬入される。この

レチクルキャリア 88 の受け渡しポート 89 への搬入を確認すると、主制御装置 100 では、開閉機構 91 を構成する駆動部 93 を介して駆動軸 94 を所定量上方に駆動し、開閉部材 92 をキャリア本体 88 A に係合させるとともに、係合・ロック解除機構によりレチクルキャリア 88 のロック機構を解除する。そして、主制御装置 100 では、駆動部 93 を介して駆動軸 94 を所定量下方に駆動する。これにより、キャリア本体 88 A を係合した開閉部材 92 が駆動軸 94 と一体で下方に所定量移動し、チャンバ 81 の内部と外部とを隔離した状態で、レチクルキャリア 88 の底部が開放される。すなわち、レチクル R を保持したキャリア本体 88 A がカバー 88 B から分離される。図 9 には、このキャリア本体 88 A がカバー 88 B から分離した状態が示されている。このとき、扉 22' は閉じている。

次に、主制御装置 100 では、扉 22' を開放するとともに、スカラーロボット 85 の駆動部 85 B を介してアーム 85 A を開口 82 a を介して第 2 室 84 内に侵入させ、開閉部材 92 上に支持されているレチクル R の下方に挿入する。次いで、主制御装置 100 では、不図示のリニアモータを介してスカラーロボット 85 を僅かに上昇駆動する。これにより、アーム 85 A によってレチクル R が下方から支持される。

次に、主制御装置 100 では、駆動部 85 B を介してアーム 85 A を縮めて、レチクル R を開口 82 a を介して第 1 室 83 内に搬入するとともに、扉 22' を閉じる。このようにして、第 1 室内に搬入された直後のレチクル R が図 9 中に仮想線で符号 R' を付して示されている。

上述のようにして、レチクル R を第 1 室 83 内に搬入する間に、第 1 室 83 と第 2 室 84 とが連通するため、第 1 室 83 内の特定ガス中の不純物含有濃度が僅かに上昇するが、チャンバ 81 内が外部（外気）と隔離されたままであり、第 1 室 83 及び第 2 室 84 は不純物含有濃度は異なるものの共に特定ガス環境に設定されており、しかも扉 22' の開放時間は僅かであるので、殆ど影響は

生じない。その後、すぐに主制御装置１００により、ガス置換機構を介して、第１室８３内の特定ガス環境がもとの状態に設定される。

次に、主制御装置１００では、不図示のリニアモータを介してスカラーロボット８５を、図９中に仮想線で示される位置まで上昇駆動する。

上記のスカラーロボット８５の上昇後、主制御装置１００では、扉２１を開放し、駆動部８５Ｂを介してアーム８５Ａを旋回及び伸縮させて、レチクルＲを支持したアーム８５Ａを開口８１ａ、１８ａを介してレチクル室１５内に侵入させ、レチクルＲをレチクルホルダ１４上に搬入して、レチクルＲのロードを行う。図９には、このレチクルＲをレチクルホルダ１４上にロードする直前の状態のアーム８５Ａが仮想線にて示されている。

そして、レチクルＲのレチクルホルダ１４上へのロードが完了すると、主制御装置１００では、アーム８５Ａを縮めて開口１８ａ、８１ａを介して第１室８３内に戻し、扉２１を閉じる。

上述のようにして、レチクルＲをレチクルホルダ１４上へロードする間、レチクル室１５と第１室８３とが連通するため、レチクル室１５内の特定ガス中の不純物含有濃度が僅かに上昇するが、レチクル室１５及び第１室８３は、不純物の含有濃度は異なるものの、共に特定ガス環境に設定されており、しかも扉２１の開放時間は僅かであるので、殆ど影響は生じない。その後、すぐに主制御装置１００により、ガス置換機構（給気弁１６、排気弁１７、ポンプＰ２など）を介してレチクル室１５内の特定ガス環境がもとの状態に設定される。

この一方、レチクルホルダ１４上にロードされたレチクルＲを用いた露光が終了すると、主制御装置１００では、前述した手順と逆の手順でスカラーロボット８５、扉２１、２２'等を制御し、受け渡しポート８９下方のキャリア本体８８Ａ上までレチクルＲを搬送する。そして、主制御装置１００では、開閉機構９１によって前述した手順と逆の手順でキャリア本体８８Ａをカバー８８Ｂと一体化し、ＯＨＶ９０による搬出のために待機する。

これまでの説明から明らかなように、本第 3 の実施形態では、ロボット 8 5、支持部材 8 7、及び該支持部材 8 7 を上下方向に駆動する不図示のリニアモータによって、マスク搬送系が構成されている。

以上説明したように、本第 3 の実施形態に係る露光装置によると、露光に用いられるレチクル R がそれぞれ一時的に収容される複数の密閉室、すなわち、レチクル室 1 5、予備室 R 1（第 1 室 8 3、第 2 室 8 4）内に不純物の含有濃度が相互に異なる特定ガスがそれぞれ充填される。このため、露光時にレチクル R がレチクル室 1 5 に収容される前後においても、レチクルは特定ガスが充填されたガス環境下に置かれることになる。従って、露光のためレチクル R がレチクル室 1 5 に収容された際に、レチクル室 1 5 内部の光路上へ不純物が混入するのをほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するレチクル室 1 5 内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動、あるいは照度均一性の低下などを抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。この場合において、各室 1 5、R 1 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度が相互に異なり、レチクル室 1 5 に比べてレチクル R の滞在時間の短い予備室 R 1 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度をレチクル室 1 5 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定するので、レチクル用の予備室 R 1 の特定ガス環境をレチクル室 1 5 と同等に設定維持する場合に比べて、その設備を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

また、レチクル用の予備室 R 1 を構成するチャンバ 8 1 の第 2 室 8 4 部分の外側には、密閉型のマスクコンテナとしてのレチクルキャリア 8 8 が搬出入される受け渡しポート 8 9 が設けられている。この場合、予備室 R 1（より詳細には第 2 室 8 4）外部の受け渡しポート 8 9 に搬入され載置されるレチクルキャリア 8 8 によって、マスクとしてのレチクル R を保管するマスク保管部が構成される。そして、予備室 R 1（より詳細には第 2 室 8 4）内に、該室の内部



## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/00604

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US, 5559584, A (NIKON Corporation), 24. 9月. 1996 (24. 09. 96) & JP, 6-260386, A,	1-6, 12-16, 18-21, 31-38, 40-44
Y	JP, 9-246140, A (株式会社ニコン), 19. 9月. 1997 (19. 09. 97) (ファミリーなし)	19-29, 31-37, 39-44
P, A	JP, 11-274050, A (キャノン株式会社), 8. 10月. 1999 (08. 10. 99) (ファミリーなし)	1-6, 12-16, 18, 38, 40-44

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 05. 00

国際調査報告の発送日

1 6.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M

9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274



と外部とを隔離した状態で、レチクルキャリア 88 のキャリア本体 88A を開閉する開閉機構 91 が配置されている。このため、レチクル R を収納したレチクルキャリア 88 がチャンバ 81 に設けられた受け渡しポートに搬入され載置された状態で、開閉機構 91 により予備室 R1 の内部と外部とを遮断した状態で、扉を開くことができる。そのため、レチクル R のレチクルキャリア 88 からの取り出しに際して予備室 R1 内に吸収性ガスや有機物系の汚染物質等の不純物が混入するのを防止することができ、前記不純物がレチクル R に付着するのを防止することができる。

また、本第 3 の実施形態では、予備室 R1 は、開閉可能な扉を有する隔壁 82 により、レチクル室 15 に隣接する第 1 室 83 と、開閉機構 91 が配置された第 2 室 84 とに区画され、前記第 1 室 83 内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、レチクル室 15 内の特定ガス中の不純物の含有濃度である第 1 の濃度以上で第 2 室 83 内の特定ガス中の不純物の含有濃度未満となるように、第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度が設定される。すなわち、露光のためレチクル R が搬入されるレチクル室から最も遠い第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度が最も高くなるように、第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定される。そのため、レチクル R の出し入れに伴う第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス濃度を効率良く所望の濃度に容易に設定することができるとともに、最もレチクル室に近い第 1 室 83 内の特定ガスの濃度が最も高くなるので、レチクル R をレチクル室 15 に搬入する際に、レチクル R とともに不純物がレチクル室 15 内部の光路上へ混入するのをほぼ確実に防止することができる。

また、レチクル用の予備室 R1 内に、レチクル R をレチクル室 15 に対して搬入及び搬出するマスク搬送系としてのレチクル搬送系 (85、87 等) が配置されているので、レチクル室 15 内にレチクルの搬送系を設ける必要がない。そのため、レチクル室 15 の容積を小さくすることができる。すなわち、特

定ガス中の不純物の含有濃度を最も低くする必要があり、そのための設備コストが最も高くなる傾向にある、レチクル室15の容積を小さくできるので、その容積の減少に応じてレチクル室15内の特定ガス環境を設定維持するための設備を簡略化することができ、設備コストを低減することができる。

なお、上記第3の実施形態では、マスク保管部を構成するレチクルキャリアとして、レチクルRを1枚のみ収納するSMIFポッドを用いる場合について説明したが、これに限らず、レチクルRを複数枚収納可能なSMIFポッド、あるいはFOUPタイプのレチクルキャリア（マスクコンテナ）を用いても良い。かかる場合には、マスク保管部としてのマスクコンテナ内に複数のレチクル（マスク）が保管され、レチクル搬送系（85、87等）によって、レチクルキャリアとレチクル室15との間でレチクルが搬送されるので、レチクルを外部から1枚1枚搬送する場合は勿論、上記第3の実施形態に比べてもレチクルの搬送時間の短縮が可能である。

また、上記第3の実施形態では、予備室R1が第1室83、第2室84の2つの小部屋に区画された場合について説明したが、これに限らず、マスク用の予備室を、開閉可能な扉を有する隔壁により、マスク室に隣接する第1室と、開閉機構が配置された第2室とを含む3つ以上の小部屋に区画しても構わない。この場合、第1室内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度以上で第2室内の特定ガス中の不純物の含有濃度未満となるように、各小部屋内の特定ガス中の不純物の含有濃度が設定されることとしても良い。また、この場合、第2室から第1室に近づくにつれて、特定ガス中の不純物の含有濃度が徐々に低くなるように設定することとしても良い。このようにしても上記第3の実施形態と同等の効果を得ることができる。

この他、上記第3の実施形態において、予備室R1（具体的には第1室83又は第2室84）内にレチクルRのプリアライメント部を設けても良い。また、受け渡しポート89に搬入されるレチクルキャリアが複数枚のレチクルを収納

可能であるときは、例えば予備室 R 1、特に第 1 室 8 3 内でレチクル室 1 5 に近い位置に複数枚のレチクルを一時保管可能な棚を設けておき、レチクルキャリア内に収納され、露光装置で使用する複数枚のレチクルを予めその棚に保管しておくようにしても良い。この場合、レチクルの交換時間の短縮が可能となる。

なお、上記第 1 ～ 第 3 の実施形態では、レチクルガス置換室（又は予備室）R 1、ウエハガス置換室 W 1 がそれぞれ設けられた場合について説明したが、これらは必ずしも両方設ける必要はない。特にウエハ室に比べて容積の小さなレチクル室であれば、レチクル搬入後に前述した減圧、及びガス充填を行うのにそれほどの時間は掛からないので、レチクル搬入後にレチクル室内のガス置換を行うようにしても良く、かかる場合には、レチクルガス置換室は必ずしも必要ではない。勿論、ウエハ室内にウエハを搬入後に、ウエハ室内で上記の減圧及びガス充填を行うようにすれば、ウエハガス置換室も必ずしも設ける必要がない。

また、上記各実施形態では、レチクルガス置換室、ウエハガス置換室内に共にローダ（搬送系）を設ける場合について説明したが、これに限らず、ウエハ室、レチクル室内にそれぞれローダを設けるようにしても良い。この場合には、レチクルガス置換室、ウエハガス置換室内のローダは不要である。また、かかる場合には、レチクル室 1 5 内にレチクルライブラリを配置したり、あるいは、ウエハ室内に F O U P（Front Opening Unified Pod）あるいは O C（Open carrier）等のウエハコンテナを配置するようにすることも可能である。このようにすると、レチクル交換時間、ウエハ交換時間の短縮化によるスループットの向上が可能である。

また、上記各実施形態では、レチクル室 1 5 内、ウエハ室 4 0 内のガス環境が一様である場合について説明したが、例えばウエハ室 1 5 内では、ウエハ W 表面のみに低吸収性ガスをフローさせるようにしても良い。この場合、バキュ

ームによる排気と、低吸収性ガスの給気（送気）とを同時に行うことが望ましい。この場合、ウエハ表面に塗布されたレジストの飛沫が露光に与える影響を低減することができる。

なお、上記第１～第３の実施形態では、レチクル室１５又はウエハ室４０とその予備室とで不純物の含有濃度をそれぞれ異ならせるものとしたが、予備室が複数に分けられているときは、その複数の予備室の少なくとも１つで、不純物の含有濃度をレチクル室１５又はウエハ室４０と異ならせる、具体的には不純物の含有濃度を高く設定しておけば良い。但し、レチクル室１５又はウエハ室４０に接続される予備室で不純物の含有濃度を高くするときは、その予備室よりもレチクルＲ又はウエハＷの搬送経路における上流側に設けられる予備室での不純物の含有濃度をその予備室と同程度以上に設定することが望ましい。

また、レチクル室１５又はウエハ室４０に接続される予備室、あるいはその予備室に接続される予備室での不純物の含有濃度を、それよりもレチクルＲ又はウエハＷの搬送経路における下流側に配置されるレチクル室１５又はウエハ室４０、あるいは予備室よりも高くするとき、その含有濃度が高く設定された予備室内のガスが、含有濃度が低いレチクル室１５又はウエハ室４０、あるいは予備室内に流入しないように、それらレチクル室１５又はウエハ室４０、あるいは予備室内部の圧力を高く設定しておくようにしても良い。

さらに、ヘリウムなどの特定ガスを回収して再利用するときは、その回収された特定ガスに含まれる不純物をケミカルフィルタなどで除去してその濃度を前述の設定値以下にした上でレチクル室１５又はウエハ室４０、あるいは予備室などに供給するようにしても良いが、その回収された特定ガスはそれ単独で、あるいは新しい特定ガスと混ぜて予備室及びレチクルキャリアの少なくとも一方のみに送るようにし、レチクル室１５及びウエハ室４０にはそれぞれ新しい特定ガスのみを供給するようにしても良い。この場合、特定ガスのコストを削減しつつ、レチクル室１５又はウエハ室４０、予備室での含有濃度を各目標値

に容易に設定することが可能となる。

なお、上記各実施形態では、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されないことは勿論である。すなわち、本発明は、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置にも好適に適用できる。この場合、レチクルホルダ14を、不図示のレチクルステージ上に配置し、レチクルRを少なくとも1次元方向に走査する構成とするとともに、レチクルステージの走査に同期してウエハステージWSTを走査するようにすれば良い。この場合、レチクル側の干渉計も上記実施形態中の干渉計37X等と同様の構成にすれば良い。

また、レチクル側の走査ステージもガスフローによる浮力を利用したステージとすることが好ましいが、ここでもステージの浮上用に供給するガスは、前記低吸収性ガスであることは勿論である。

なお、上記各実施形態では、露光装置の光源として、発振波長157nmのF<sub>2</sub>レーザ、発振波長146nmのKr<sub>2</sub>レーザ、発振波長126nmのAr<sub>2</sub>レーザ、あるいは発振波長193nmのArFエキシマレーザなどを用いるものとしたが、本発明がこれに限定されるものではない。例えば、真空紫外光として上記各光源から出力されるレーザ光に限らず、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム(Eb)(又はエルビウムとイッテルビウム(Yb)の両方)がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

例えば、単一波長レーザの発振波長を1.51~1.59μmの範囲内とすると、発生波長が189~199nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波長が151~159nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544~1.553μmの範囲内とすると、発生波長が193~194nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザ光とほぼ同一波長

となる紫外光が得られ、発振波長を $1.57 \sim 1.58 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $157 \sim 158 \text{ nm}$ の範囲内の10倍高調波、即ち $F_2$ レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、発振波長を $1.03 \sim 1.12 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $47 \sim 160 \text{ nm}$ の範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を $1.099 \sim 1.106 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $157 \sim 158 \mu\text{m}$ の範囲内の7倍高調波、即ち $F_2$ レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザとしては例えばイッテルビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いることができる。

また、投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。また、投影光学系の屈折光学素子としては、 $ArF$ エキシマレーザなどを用いる場合は硝材として石英やホタル石の両方を用いることができるが、 $F_2$ レーザより波長の短い光源を用いる場合は、全てホタル石を用いることが必要となる。

なお、本発明に係る露光装置では、投影光学系として屈折光学系に限らず、反射光学素子のみからなる反射系、又は反射光学素子と屈折光学素子とを有する反射屈折系（カタディオプトリック系）を採用しても良い。この反射屈折型の投影光学系としては、例えば特開平8-171054号公報及びこれに対応する米国特許第5,668,672号、並びに特開平10-20195号公報及びこれに対応する米国特許第5,835,275号などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタと凹面鏡とを有する反射屈折系、又は特開平8-334695号公報及びこれに対応する米国特許第5,689,377号、並びに特開平10-3039号公報及びこれに対応する米国特許出願第873,605号（出願日：1997年6月12日）などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタを用いずに凹面鏡などを有する反射屈折系を用いることができる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法



令が許す限りにおいて、上記各公報及びこれらに対応する米国特許、及び米国特許出願における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

この他、米国特許第5,031,976号、第5,488,229号、及び第5,717,518号に開示される、複数の屈折光学素子と2枚のミラー（凹面鏡である主鏡と、屈折素子又は平行平板の入射面と反対側に反射面が形成される裏面鏡である副鏡）とを同一軸上に配置し、その複数の屈折光学素子によって形成されるレチクルパターンの中間像を、主鏡と副鏡とによってウエハ上に再結像させる反射屈折系を用いても良い。この反射屈折系では、複数の屈折光学素子に続けて主鏡と副鏡とが配置され、照明光が主鏡の一部を通して副鏡、主鏡の順に反射され、さらに副鏡の一部を通してウエハ上に達することになる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

勿論、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、及び撮像素子（CCDなど）あるいはマイクロマシンなどの製造に用いられる露光装置などにも本発明を適用することができる。

また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーパされた石英ガラス、ホタル石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステ

ンシルマスク、メンブレンマスク) が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

なお、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるウエハステージ(スキャン型の場合はレチクルステージも)を露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、レチクル室15、ウエハ室40を構成する各隔壁、レチクルガス置換室(予備室)、ウエハガス置換室等を組み付け、ガスの配管系を接続し、主制御装置100等の制御系に対する各部の接続を行い、更に総合調整(電気調整、動作確認等)をすることにより、上記実施形態の露光装置200等の本発明に係る露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

#### 《デバイス製造方法》

次に、上述した露光装置及び露光方法をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図10には、デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造例のフローチャートが示されている。図10に示されるように、まず、ステップ201(設計ステップ)において、デバイスの機能・性能設計(例えば、半導体デバイスの回路設計等)を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202(マスク製作ステップ)において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203(ウエハ製造ステップ)において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ204(ウエハ処理ステップ)において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205(デバイス組立ステップ)において、ステップ204で処理されたウ

エハを用いてデバイス組立を行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

最後に、ステップ206（検査ステップ）において、ステップ205で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

図11には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図11において、ステップ211（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ215（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ216（露光ステップ）において、上で説明した露光装置及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ217（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、ステップ218（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ219（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステッ

ブ 2 1 6) において上記の各実施形態の露光装置及び上で説明した露光方法が用いられ、真空紫外域の露光光により解像力の向上が可能となり、しかも露光量制御を高精度に行うことができるので、結果的に最小線幅が  $0.1 \mu\text{m}$  程度の高集積度のデバイスを歩留まり良く生産することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明に係る露光装置及び露光方法は、集積回路等のマイクロデバイスを製造するリソグラフィ工程において、微細パターンをウエハ等の基板上に精度良く形成するのに適している。また、本発明に係るデバイス製造方法は、微細なパターンを有するデバイスの製造に適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆うマスク室を含み、前記マスクがそれぞれ一時的に収容される複数の密閉室を備え、

前各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記マスク室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする露光装置。

2. 請求項1に記載の露光装置において、

前記複数の密閉室は、前記マスク室と、該マスク室に隣接して配置され、前記マスクが前記マスク室への搬入に先立って一時的に収容されるマスク用の予備室とを含むことを特徴とする露光装置。

3. 請求項2に記載の露光装置において、

前記マスク室内に充填される前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、第1の濃度未満であるとともに、前記マスク用の予備室内に充填される前記特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の10倍～100倍程度の第2の濃度であることを特徴とする露光装置。

4. 請求項3に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室は、前記マスク室との境界部に設けられた出入り口を

含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有し、

前記マスクの前記マスク室への搬入に先立って、前記マスク用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が前記第2の濃度程度の前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構を更に備えることを特徴とする露光装置。

5. 請求項4に記載の露光装置において、

前記ガス置換機構は、前記マスク用の予備室内に前記マスクが収容された時、前記マスク用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記マスク用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うことを特徴とする露光装置。

6. 請求項4に記載の露光装置において、

前記マスク室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることを特徴とする露光装置。

7. 請求項2に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室を構成するチャンバには、前記マスクを収納する開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナが搬出入される受け渡しポートが設けられ、

前記マスク用の予備室内には、該予備室の内部と外部とを遮断した状態で、前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が配置されていることを特徴とする露光装置。

8. 請求項7に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室は、開閉可能な扉を有する隔壁により、前記マスク室に隣接する第1室と、前記開閉機構が配置された第2室とを含む複数の小部屋

に区画され、

前記第 1 室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、前記第 1 の濃度以上で前記第 2 室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度未満となるように、前記各小部屋内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定されることを特徴とする露光装置。

9. 請求項 7 に記載の露光装置において、

前記マスクコンテナは、前記扉がその底部に設けられているボトム・オープンタイプのマスクコンテナであることを特徴とする露光装置。

10. 請求項 2 に記載の露光装置において、

前記マスクの搬送経路中には、前記マスクに紫外域のエネルギービームを照射するエネルギービーム射出部が設けられていることを特徴とする露光装置。

11. 請求項 10 に記載の露光装置において、

前記エネルギービーム射出部は、前記マスク用の予備室内に設けられていることを特徴とする露光装置。

12. 請求項 2 に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室内に、前記マスクを前記マスク室に対して搬入及び搬出するマスク搬送系が配置されていることを特徴とする露光装置。

13. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備え、

前記マスク室は、前記マスクと前記投影光学系との間の光路を覆うものであ

ることを特徴とする露光装置。

14. 請求項1に記載の露光装置において、

前記マスクを保管するマスク保管部と；

前記マスク保管部と前記マスク室との間で前記マスクを搬送するマスク搬送系とを更に備えることを特徴とする露光装置。

15. 請求項14に記載の露光装置において、

前記マスク保管部は、前記マスクを複数保管するマスクライブラリであることを特徴とする露光装置。

16. 請求項15に記載の露光装置において、

前記マスクライブラリは、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で保管し、

前記保管中の前記マスクケース内に前記特定ガスを供給可能なガス供給機構を更に備えることを特徴とする露光装置。

17. 請求項16に記載の露光装置において、

前記マスクケースは、前記マスクを少なくとも1枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクケースであり、

前記マスク搬送系は、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で前記マスク室を除くいずれかの密閉室まで搬送し、該密閉室の内部には、前記マスクケースの扉を開閉する扉開閉機構が設けられていることを特徴とする露光装置。

。

18. 請求項14に記載の露光装置において、



前記マスク保管部は、前記マスク室を除くいずれかの密閉室の外部若しくは内部に配置された前記マスクを少なくとも1枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナであり、

前記いずれかの密閉室内には、該密閉室の内部と外部とを隔離した状態で前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が設けられていることを特徴とする露光装置。

19. 請求項1に記載の露光装置において、

前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆い、その内部に前記特定ガスが充填された密閉室から成る基板室を更に備えることを特徴とする露光装置。

20. 請求項19に記載の露光装置において、

前記基板室に隣接して配置され、前記基板の前記基板室への搬入に先立って前記基板を一時的に收容する密閉室から成る基板用の予備室と；

前記基板用の予備室内部の気体を前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構とを更に備えることを特徴とする露光装置。

21. 請求項19に記載の露光装置において、

前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備え、

前記基板室は、前記基板と前記投影光学系との間の光路を覆うものであることを特徴とする露光装置。

22. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う基板室を含み、前記基板がそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室を備え、

前記各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記基板室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする露光装置。

23. 請求項22に記載の露光装置において、

前記複数の密閉室は、前記基板室と、該基板室に隣接して配置され、前記基板が前記基板室への搬入に先立って一時的に收容される基板用の予備室とを含むことを特徴とする露光装置。

24. 請求項23に記載の露光装置において、

前記基板用の予備室は、前記基板室との境界部に設けられた出入り口を含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有し、

前記基板の前記基板室への搬入に先立って、前記基板用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が所定の濃度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構を更に備えることを特徴とする露光装置。

25. 請求項24に記載の露光装置において、

前記基板室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることを特徴とする露光装置。

26. 請求項24に記載の露光装置において、

前記ガス置換機構は、前記基板用の予備室内に前記基板が收容された時、前

記基板用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記基板用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うことを特徴とする露光装置。

27. 請求項23に記載の露光装置において、

前記基板用の予備室内に、前記基板を前記基板室に対して搬入及び搬出する基板搬送系が配置されていることを特徴とする露光装置。

28. 請求項22に記載の露光装置において、

前記基板を保持して移動する基板ステージと；

前記基板ステージに設けられた反射面に光透過窓を介して測長ビームを投射し、その反射光を受光して前記基板ステージの位置を検出する干渉計とを更に備えることを特徴とする露光装置。

29. 請求項22に記載の露光装置において、

前記基板を保持してガイド面に沿って移動する基板ステージと；

前記基板ステージに設けられ、前記ガイド面に対して前記特定ガスを吹き付けてガイド面との間の空隙内の前記特定ガスの静圧により前記基板ステージを前記ガイド面に対して非接触で浮上支持する気体静圧軸受け装置とを更に備えることを特徴とする露光装置。

30. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記露光用照明光を用いた前記基板の露光のため前記マスクが収容されるとともに、その内部に前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する特定ガスが充填される密閉室と；

前記密閉室内での前記マスクを用いた露光の終了後に、前記マスクを収納する密閉型のマスクケース内に前記特定ガスを再度充填するガス充填機構とを備える露光装置。

31. 請求項4、20、24のいずれか一項に記載の露光装置において、  
前記ガス置換機構は、前記特定ガスを流し続けることにより前記ガス置換を行うことを特徴とする露光装置。

32. 請求項5又は26に記載の露光装置において、  
前記ガス置換機構は、前記ガス置換を10秒以上の時間を掛けて行うことを特徴とする露光装置。

33. 請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置において、  
前記密閉室の少なくとも1つの前記特定ガスに接する部分は、脱ガスの少ない材料によりコーティングされていることを特徴とする露光装置。

34. 請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置において、  
前記密閉室の少なくとも一つに供給される前記特定ガスは循環使用されていることを特徴とする露光装置。

35. 請求項34に記載の露光装置において、  
前記特定ガスが循環使用される密閉室には、前記特定ガスの給気系と排気系とが接続され、前記給気系と排気系の両者に前記不純物除去用のケミカルフィルタが設けられていることを特徴とする露光装置。

36. 請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であることを特徴とする露光装置。

37. 請求項36に記載の露光装置において、

前記特定ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体であることを特徴とする露光装置。

38. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光方法であって、

前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第1の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第1工程と；

前記密閉空間内への前記マスクの搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記マスクを一時的に收容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第2工程と；

前記マスクを前記密閉空間内の所定の位置に搬入して、前記パターンを前記基板上に転写する第3工程とを含む露光方法。

39. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光方法であって、

前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第1の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第1工程と

;

前記密閉空間内への前記基板の搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記基板を一時的に収容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第2工程と;

前記基板を前記密閉空間内の所定の位置に搬入して前記パターンを前記基板上に転写する第3工程とを含む露光方法。

40. 請求項38又は39に記載の露光方法において、

前記第2工程における前記ガス置換に際し、前記予備室内の気体を排気してその内圧を一旦減圧後に、前記低吸収性ガスを前記予備室内に供給することを特徴とする露光方法。

41. 請求項38又は39に記載の露光方法において、

前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であることを特徴とする露光方法。

42. 請求項41に記載の露光方法において、

前記低吸収性ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体であることを特徴とする露光方法。

43. リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法において、

前記リソグラフィ工程で請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

4 4. リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、

前記リソグラフィ工程で請求項 3 8 又は 3 9 に記載の露光方法を用いることを特徴とするデバイス製造方法。





Fig. 1

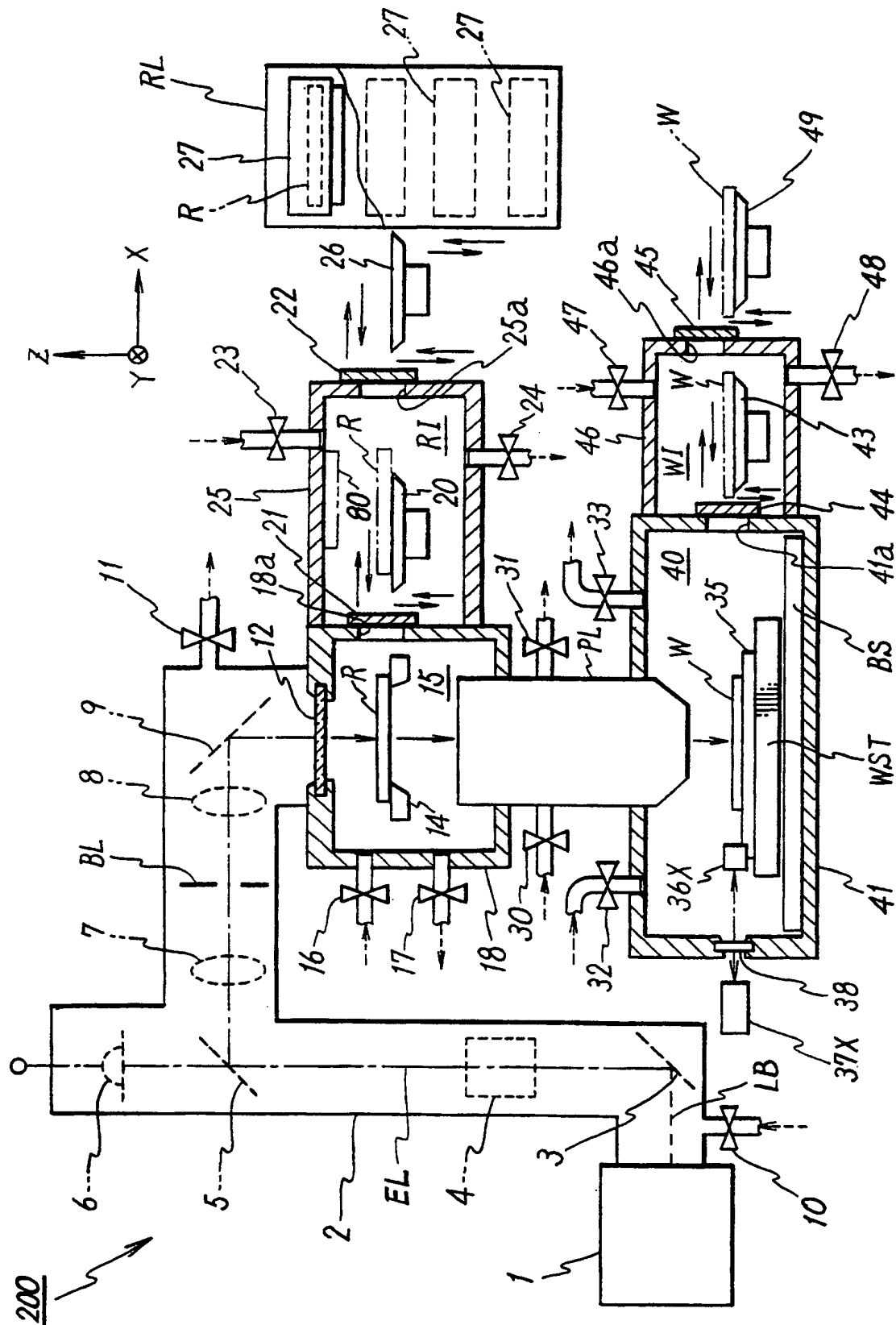




Fig. 2

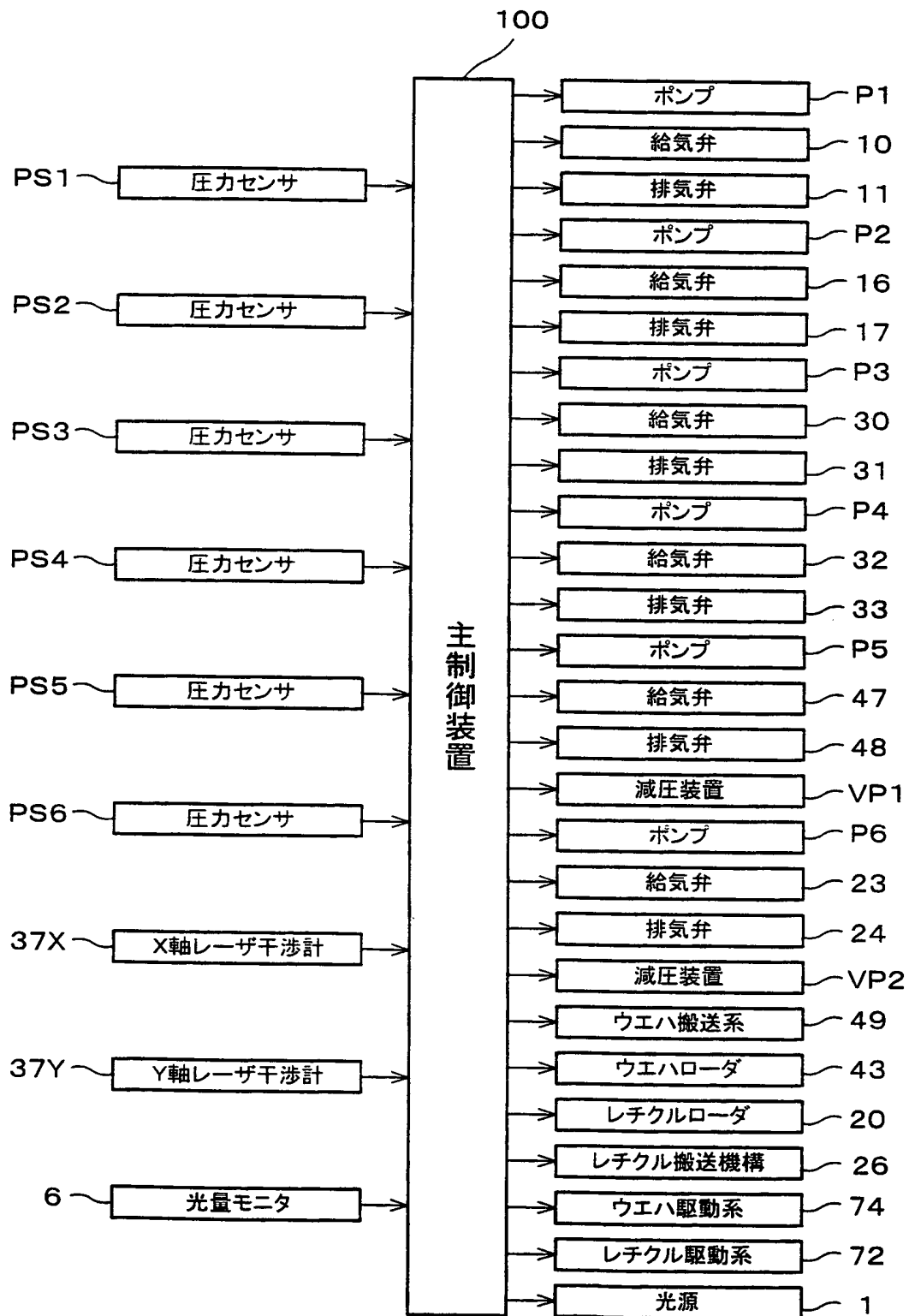




Fig. 3

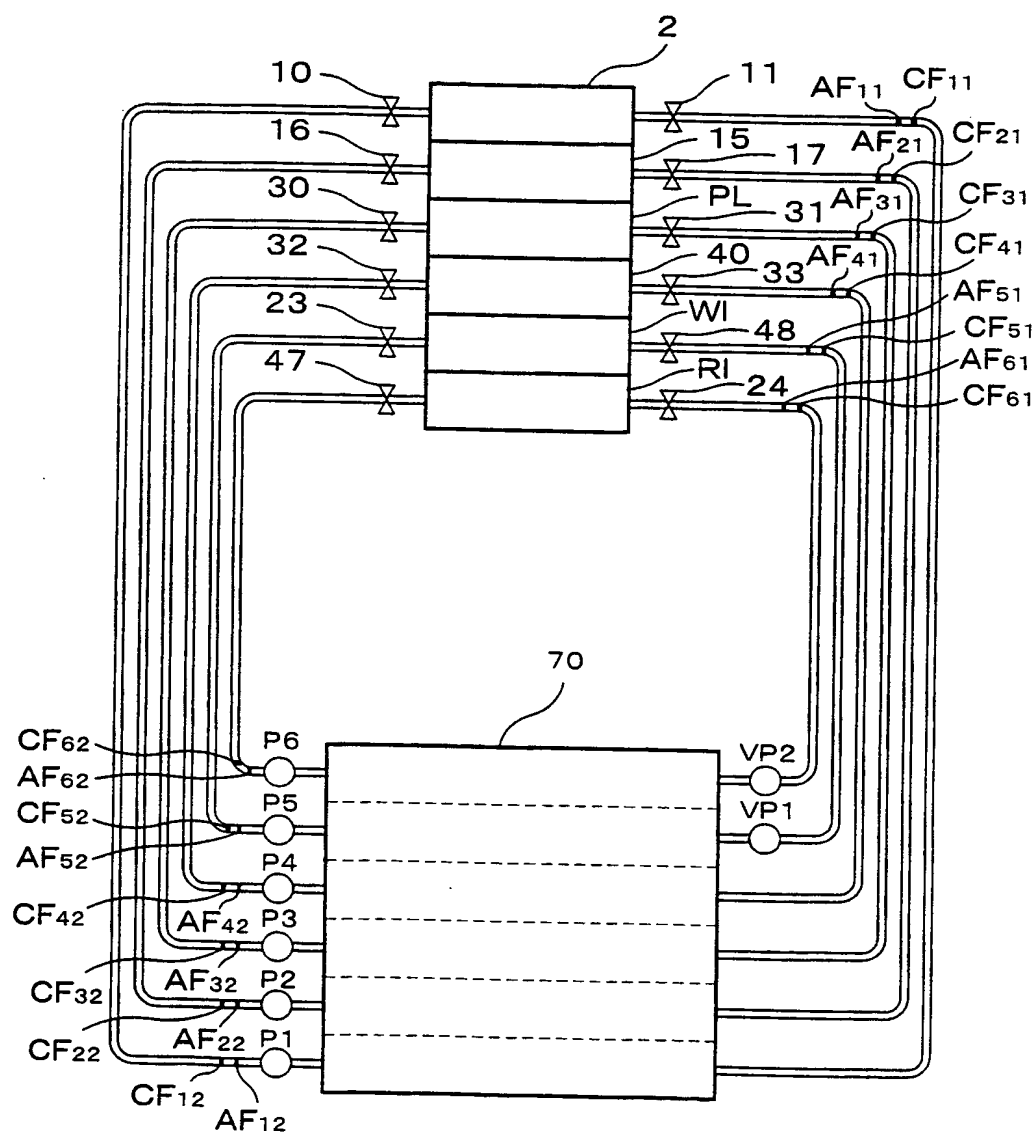




Fig. 4A

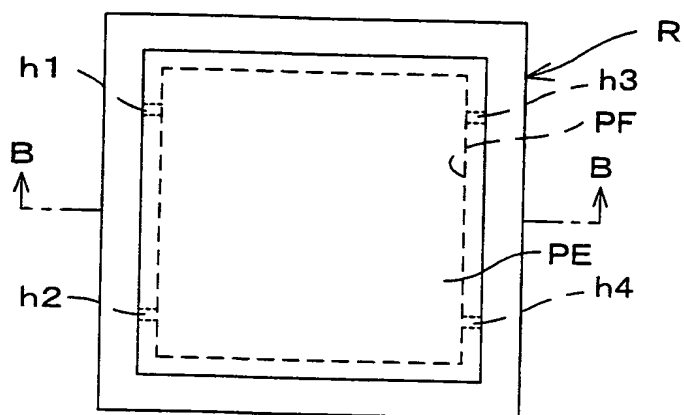


Fig. 4B

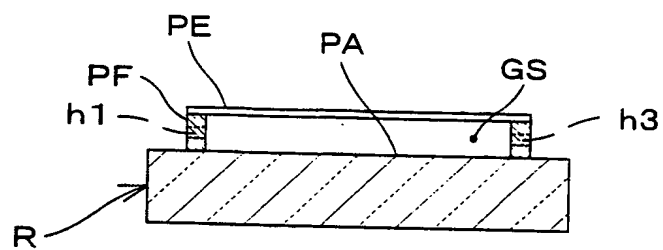






Fig. 5

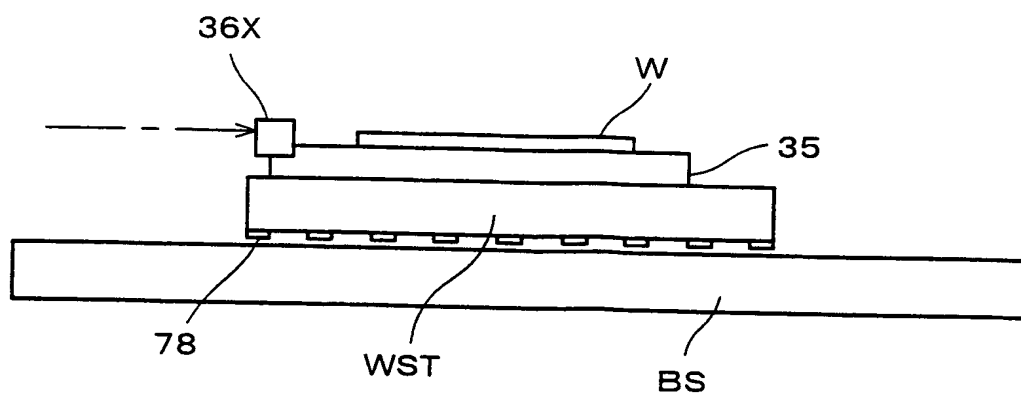




Fig. 6

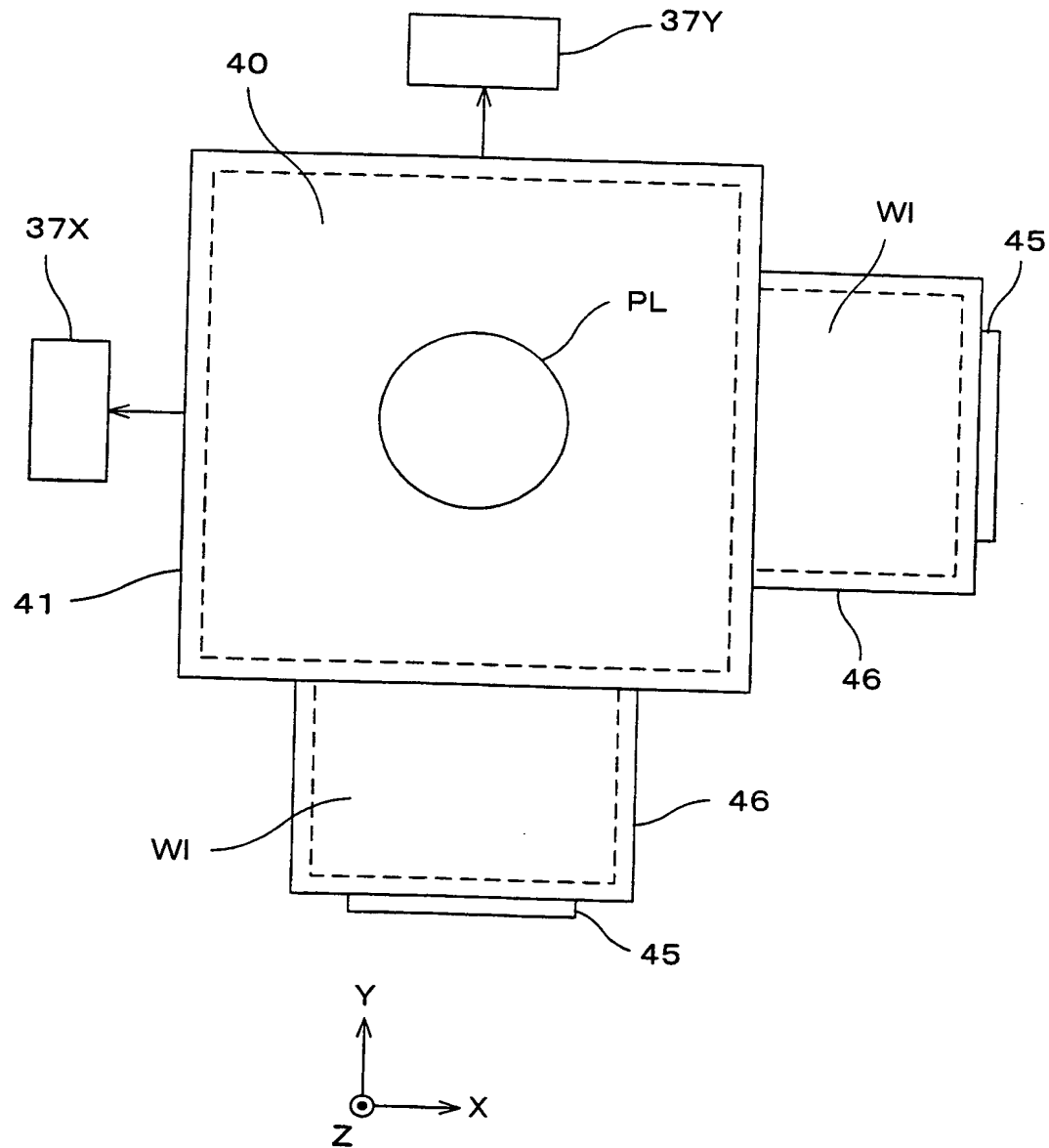
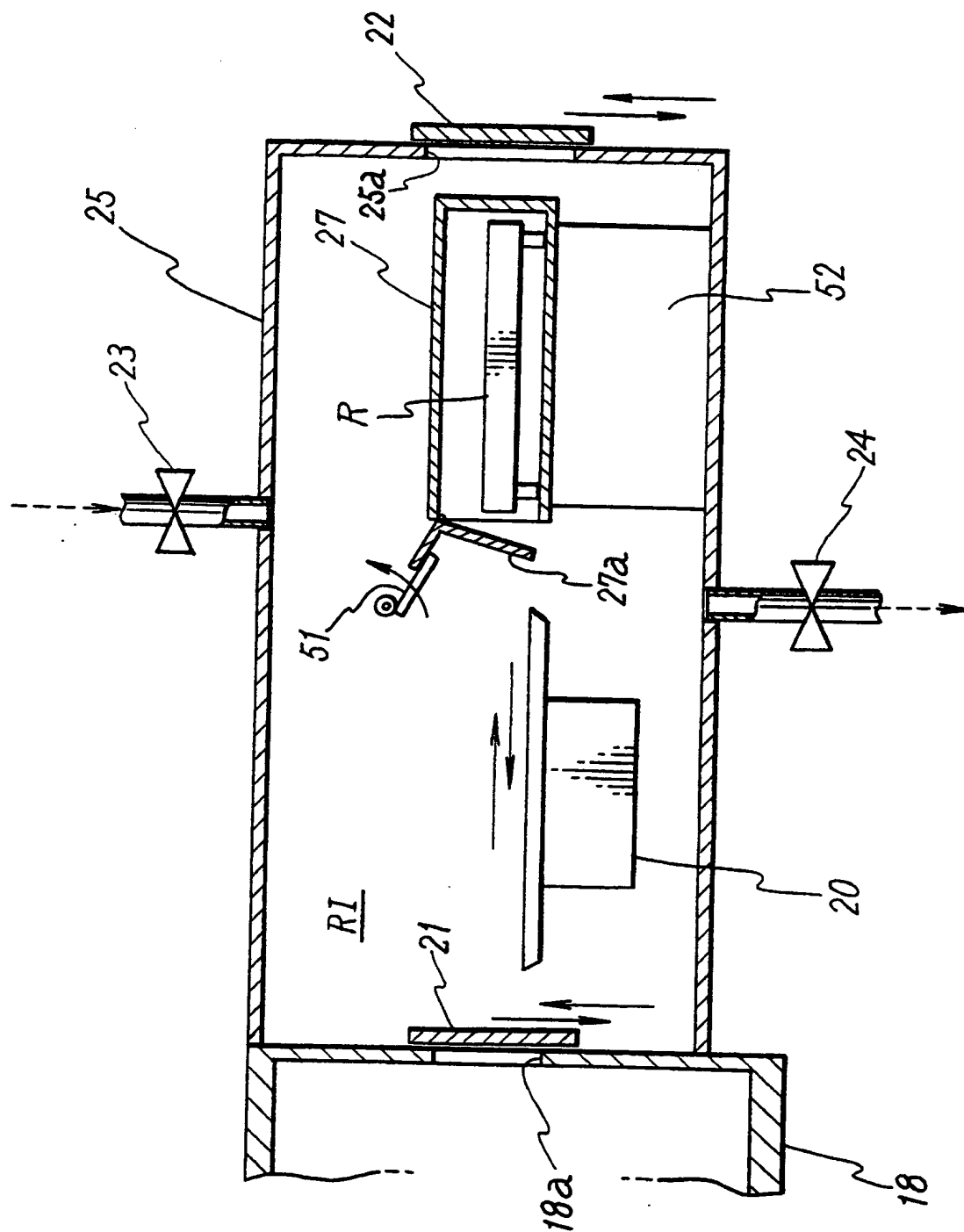


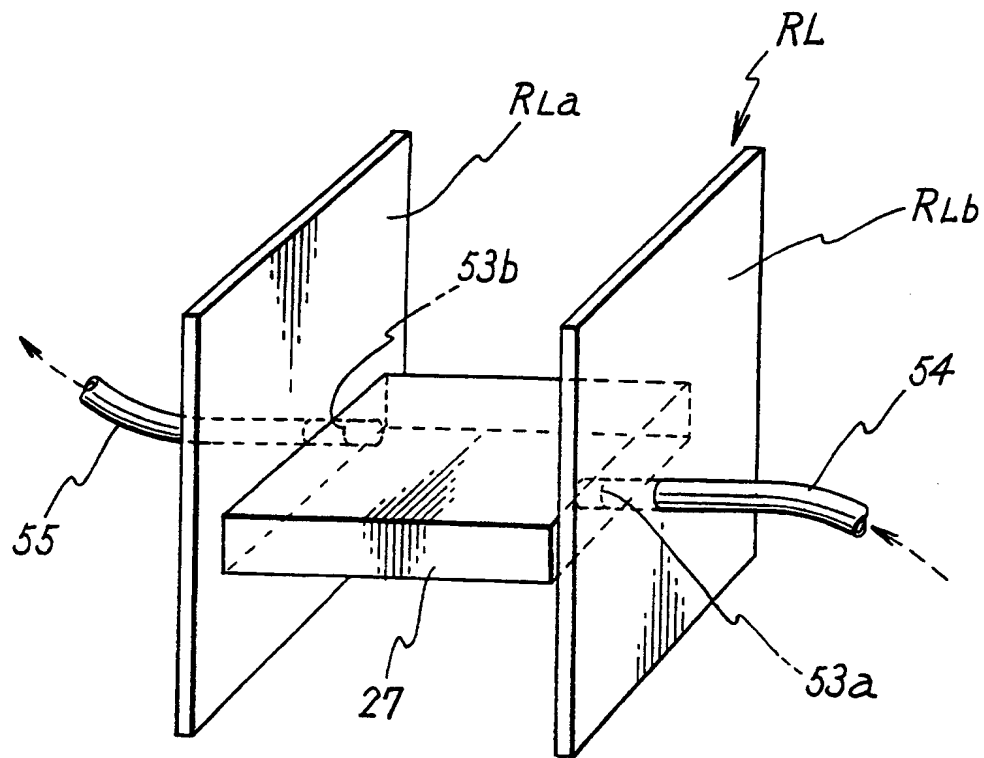


Fig. 7





**F i g . 8 A**



**F i g . 8 B**

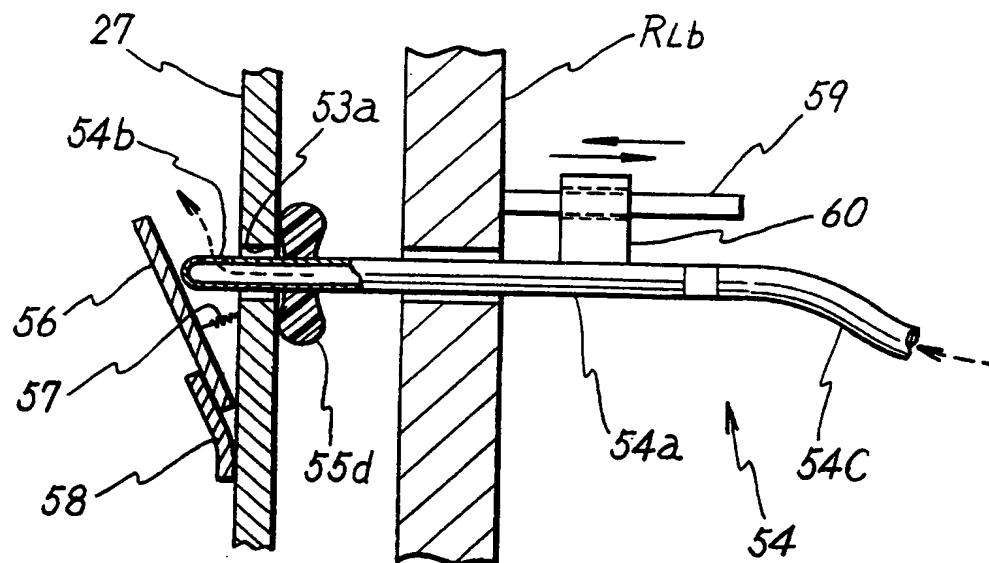










Fig. 10

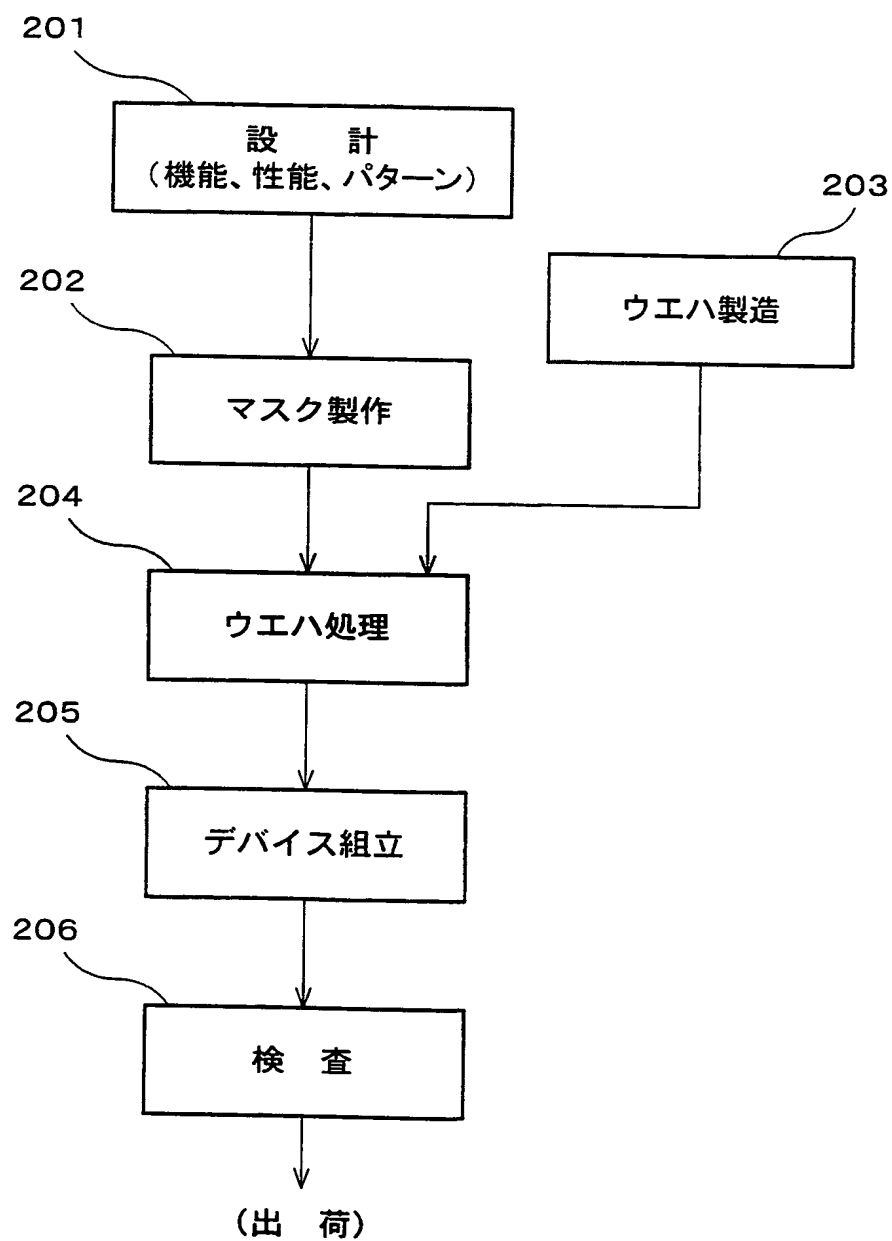




Fig. 11

